Erfahrungen mit Tip-Manometern bei anorektalen Messungen im Kindesalter

von

Emilie Zeiser

aus

Nürnberg

1977 № 218

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548222_0032

Aus der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
(Direktor: Prof. Dr. med. G. Hegemann)

Erfahrungen mit Tip-Manometern bei anorektalen Messungen im Kindesalter

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
dem Fachbereich Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von

Emilie Zeiser
aus
Nürnberg

Gedruckt mit Erlaubnis des Fachbereichs Medizin
der Universität Erlangen-Nürnberg

Dekan: Prof. Dr. med. E. Rügheimer

Referent: Priv. Doz. Dr. med. G. H. Willital

Korreferent: Prof. Dr. med. G. Hegemann

Tag der mündlichen Prüfung: 16. Mai 1977

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
I.	Einleitung und Problemstellung	7 - 19
	A. Anatomie und Physiologie des Anorektosigmoids	7
	B. Möglichkeiten der Diagnostik funktioneller Störungen im Enddarm	11
	C. Zielsetzung der vorliegenden Arbeit	17
II.	Technische Einrichtung	20 - 27
	1. Sonde	21
	2. Verstärker	25
	3. Registriereinheit	27
III.	Untersuchungstechnik und Kasuistik	28 - 47
	A. Untersuchungsmodus	28
	1. Vorbereitung der Kinder für die Untersuchung	28
	2. Vorbereitung der Meßvorrichtung	28
	3. Zusammenstellung der Sonde	31
	4. Einführen der Sonde	31
	5. Versuchsablauf	35
	B. Untersuchtes Patientengut	40

Seite

C. Vermeidung von Fehlern bei dieser Technik 41

D. Verbesserungsvorschläge zu dieser Technik 44

IV. Untersuchungsergebnisse 48 - 84

A. Normalwerte 58

1. Das anorektosigmoidale Druckprofil 58

2. Ruheaktivitäten 62

3. Ballonstimulation 64

4. Stimulation mit freier Luft im Rektosigmoid 72

5. Stimulation mit freier Luft im Rektum 79

B. Pathologische Verhältnisse 85 - 123

1. Obstipation mit Überfließinkontinenz bei Sigma elongatum 85

2. Chronische Obstipation 97

3. Morbus Hirschsprung 101

4. Untersuchungen zur Klärung der Kontinenzlage 104

5. Funktionsprüfungen nach Operationen im Enddarmbereich 113

6. Besondere Beobachtungen 120

Seite

V. Diskussion 123 - 124

VI. Literaturverzeichnis

VII. Lebenslauf

VORWORT

Die vorliegende Dissertation ist Teil einer gemeinsamen Arbeit von Alfred Riedl und Emilie Zeiser.

Ursprünglich sollten sich beide Arbeiten mit möglichen Fehlerquellen bei der anorektalen Manometrie befassen. Aus den zu diesem Thema veröffentlichten Arbeiten ging hervor, daß alle bis jetzt verwendeten Ableitungsmethoden mit wesentlichen Nachteilen behaftet sind. Dies bestätigten auch unsere dazu durchgeführten Versuche mit einer Ballonsonde und mit open-tip Kathetern. Es schien deshalb sinnvoll nach einer neuen Ableitungsmethode zu suchen, deren Eigenschaften durch die Vorversuche definiert waren.

Da uns aus dem Bereich der medizinischen Technik kein Druckaufnehmer dieser Art bekannt war, wurden aus dem Firmenregister des Gewerbeamtes Nürnberg Firmen herausgesucht, die Druckaufnehmer herstellen. Weiterhin wurden regelmäßig Zeitschriften wie Elektronik-Industrie, Elektronik-Information und Elektronik-Praxis gelesen und nach Druckaufnehmern durchforscht. Insgesamt wurden 38 Firmen angeschrieben. Leider war keines der uns angebotenen Druckaufnahmesysteme zur anorektalen Manometrie geeignet. Wir erhielten dadurch jedoch auch Adressen von 3 US-Firmen (Biotec, Edwards, Millar), die Herzkatheter mit an der Spitze eingebauten Druckaufnahmeelementen herstellen.

Das System der Firma Edwards schien uns für die anorektale Manometrie geeignet. Es wurde zunächst mit einem Katheter erprobt und mit Ballonsonde und open-tip verglichen.

Die Dissertationen von Alfred Riedl: "Der heutige Stand der anorektalen Manometrie im Kindesalter" und von Emilie Zeiser: "Erfahrungen mit Tip-Manometern bei der anorektalen Manometrie im Kindesalter" sind Ergebnis dieser gemeinsam durchgeführten theoretischen Vorarbeiten und Vorversuche, sowie der gemeinsamen Untersuchungen mit Tip-Manometern und deren Auswertung. Da sie in logischem Zusammenhang stehen, können und sollen sie nicht getrennt gesehen werden. Deshalb auch sind sie, was die Untersuchungsergebnisse mit Tip-Manometern betrifft, identisch.

Wir möchten an dieser Stelle der Firma Edwards danken, die uns leihweise drei Verstärker für die Durchführung unserer Untersuchungen zur Verfügung gestellt hat.

Weiterhin gilt unser Dank Herrn Gunselmann vom Institut für medizinische Statistik und Dokumentation, der uns wertvolle Ratschläge für die Auswertung der Untersuchungsergebnisse gab; er überprüft für uns auch die Möglichkeiten einer Computerauswertung.

Herrn Professor Dr. med. G. Hegemann danken wir für die Überlassung des Themas und die Möglichkeit der Durchführung der Arbeit an seiner Klinik.

Besonderer Dank gilt Herrn Privatdozent Dr. Günter H. Willital, der unsere Arbeit in jeder Weise unterstützt hat.

I. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

A. Anatomie und Physiologie des Anorektosigmoids

Zur Beurteilung funktioneller Störungen im Enddarm sind Kenntnisse über Anatomie und Physiologie dieser Region Voraussetzung.

1. Anatomie

Das Rektum erstreckt sich von Höhe des 3. Sakralwirbels bis zum Diaphragma pelvis. Dort geht es über in den Analkanal, der vom M. levator ani und den M. sphincter ani internus und externus umgeben ist. Durch den Zug des M. puborectalis nimmt der Analkanal einen antero-posterioren Verlauf. Der dadurch gebildete anorektale Winkel beträgt durchschnittlich 82° (17, 54, 68). Die Länge des Analkanals beträgt bei Kindern zwischen 2 und 4,5 cm (54 siehe Tabelle nach Shapiro). Die M. sphincter ani internus und externus überlappen sich (62, 63).

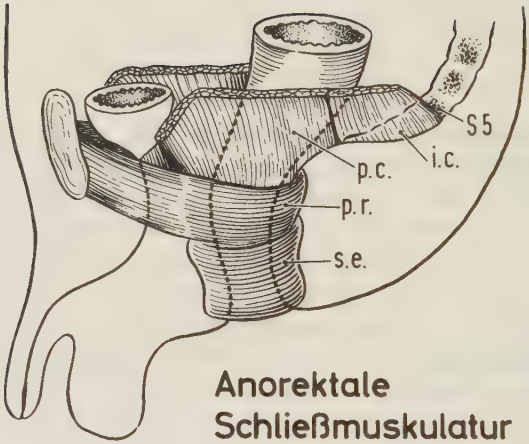


Abb. 1: Überblick über die für die Kontinenz wichtigen Muskelelemente

S 5 = 5. Sakralwirbel

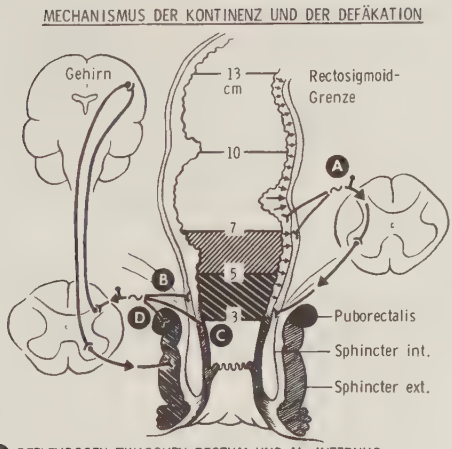
s.e. = M. sphincter externus

p.r. = M. pubo-rectalis

p.c. = M. pubo-coccygeus

i.c. = M. ileo-coccygeus

2. Physiologie



A REFLEXBOGEN ZWISCHEN RECTUM UND M. INTERNUS (GLATTE MUSKULATUR, UNWILLKÜRLICH) ÜBER RÜCKENMARK

B REFLEXBOGEN ZWISCHEN RECTUM UND M. EXTERNUS (QUERGESTREIFTE MUSKULATUR WILLKÜRLICH) ÜBER GEHIRN.

C DEHNUNGSREZEPTOREN IM UNTEREN RECTUM (3 7 cm) WICHTIG FÜR RESERVOIRFUNKTION.

D SENSOREN IM EPITHEL DES ANALKANALES UND IN DER PUBORECTALISSCHLINGE WICHTIG FÜR WILLKÜRLICHE SPHINCTERFUNKTION UND FÜR DEFÄKATION.

ANATOMIE IM KLEINKINDESALTER

Abb. 2: Innervation der Beckenbodenmuskulatur

Der Eintritt von Stuhl in das normalerweise leere Rektum verursacht sensorische Stimulation in Rektum und Beckenboden. Die daraus resultierende reflektorische Relaxation des kranialen Teils des Analkanals, des die Hauptdruckbarriere darstellenden M. sphincter ani internus, über afferente spinale Reflexbögen, ermöglicht dem rektalen Inhalt den Kontakt mit dem dortigen sensorischen Epithel (15, 16, 17). Gleichzeitig kommt es zur reflektorischen Kontraktion des M. sphincter ani externus, so daß ein Stuhlschmieren verhindert wird (Duthie) (1, 3, 6, 8, 10, 11, 14, 17, 18, 22, 23, 24, 25, 30, 34, 38, 39, 40, 41, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 65, 66, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79).

Die Kontraktion des M. puborectalis (Schärli) (55, 56, 57, 64) hält den anorektalen Winkel aufrecht, so daß es nach der Formel

$$C = M \times \cos$$

zu einer Schubkraftverminderung kommt.
Dabei bedeutet C die Schubkraft in Richtung auf den Analkanal und M das Gewicht des Stuhles (41). Dadurch kann eine Defäkation verhindert werden.
Wird die Bauchpresse betätigt kommt es zur Hemmung der Beckenbodenmuskulatur. Dadurch wird der anorektale Winkel abgeflacht. Der subcutane Anteil des M. sphincter ani externus, der bisher noch verschlossen war und somit eine Füllung der tiefen vertikalen Rektumfalten ermöglichte, erschlafft (41). Der Analkanal wird 2 - 3 Querfinger aufgeweitet und der Darminhalt in wenigen Stößen bei geschlossener Glottis ausgeschieden (55, 56, 57, 41).
Nach der Defäkation kehrt das Anorektum in seine ursprüngliche Lage zurück (41, 55, 56, 57).

B. Möglichkeiten der Diagnostik funktioneller Störungen im Enddarm

Die moderne Funktionsdiagnostik stützt sich auf 4 verschiedene Untersuchungstechniken:

1. Defäkogramm
2. Doppelsaugbiopsien
3. Koloskopische Funktionsdiagnostik
4. Anorektale und sigmoidale Manometrie

zu 1: Defäkogramme werden im seitlichen Strahlengang durchgeführt und dienen der Beurteilung der Funktionen der Muskelelemente im Levatorbereich. 40 % aller Funktionsstörungen können nach Willital (79) damit erkannt werden. Aaronson (1) gibt dabei eine Treffsicherheit von 83 % und Holschneider von 75 % (33) an. (Siehe Abb. 3).

zu 2: Rektale Doppelsaugbiopsien dienen zum Ganglienzellnachweis bzw. zum Ausschluß eines Morbus Hirschsprung. 12 % aller Funktionsstörungen können damit erfaßt werden (78, 79).

(Siehe Abb. 4).

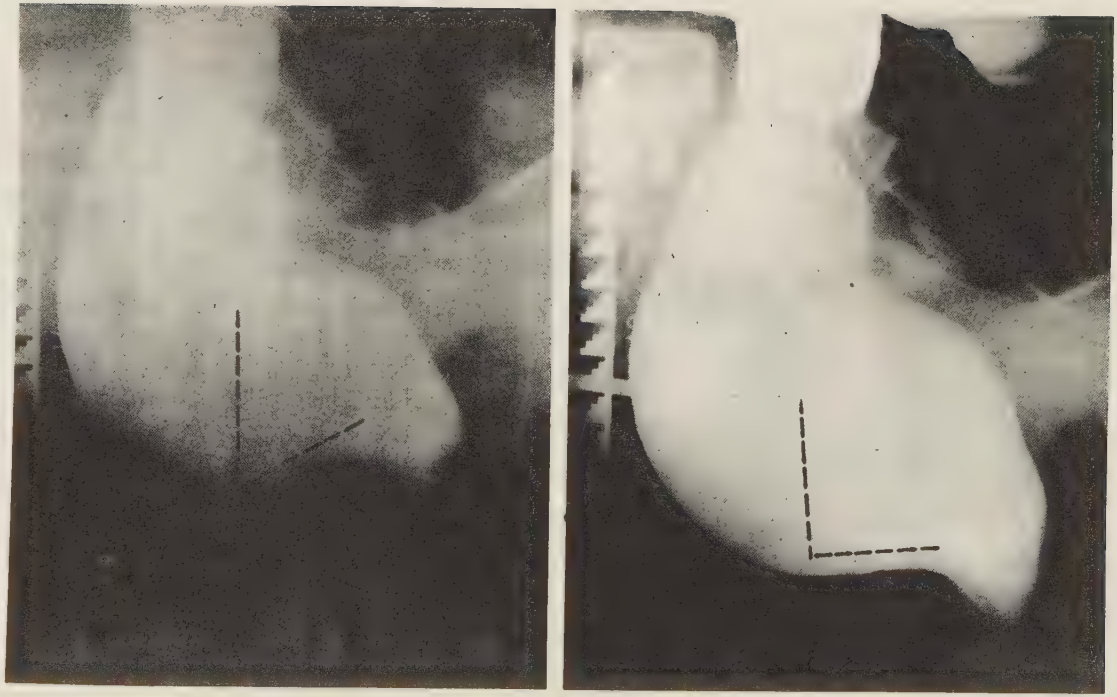


Abb. 3: Defäkogramm. Links Kontraktion der Beckenbodenmuskulatur, rechts Erschlaffung der Beckenbodenmuskulatur bei der Defäkation (103).

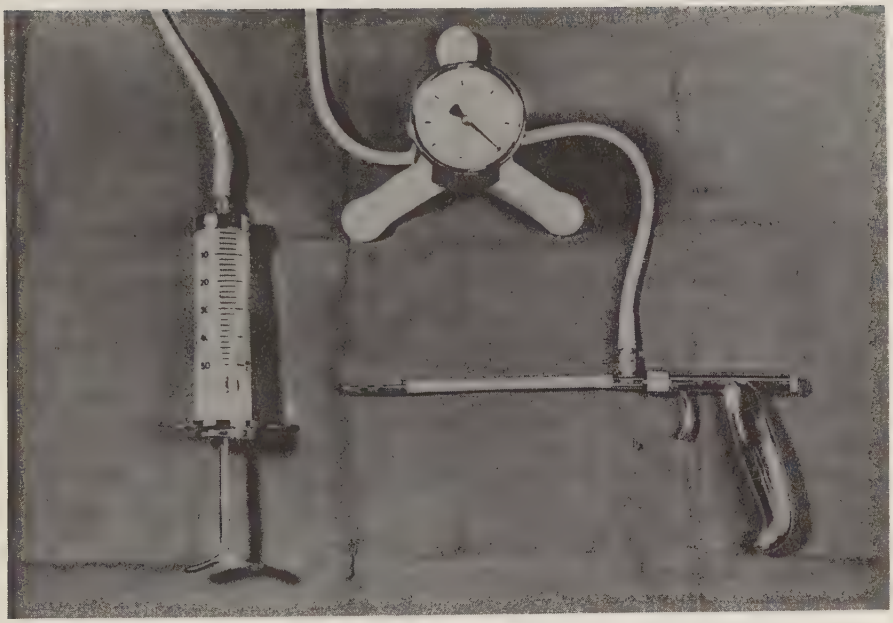


Abb. 4: Erlanger Kindersaugbiopsiegerät für rektale Saugbiopsien.

zu 3: Bei der koloskopischen Funktionsdiagnostik wird endoskopisch die Kontraktilität der Puborektalismuskulatur festgestellt. Mit dieser Untersuchung können 10 % aller Funktionsstörungen erkannt werden (79) (siehe Abb. 5).

zu 4: Die anorektosigmoidale Manometrie ermöglicht die genaue Aufzeichnung motorischer Aktivitäten von Rektosigmoid, Rektum und Anorektum. Gemessen werden können Fluktuationen und Wellen in Rektosigmoid und Rektum in Ruhe und nach Stimulation mit Luft oder Wasser, die Adaptationsreaktion, die Deflationsreaktion, die Kontinenzreaktionen, die Internusrelaxation, anorektale Fluktuationen, der Boluseffekt, die quantitative Weiterleitung von Luft aus dem Rektosigmoid ins Rektum, die indirekte und direkte Compliance, das anorektale Druckprofil, sowie Kontraktionskraft und Haltedruck der Sphinkteren (siehe Tabelle 1).
90 % der anorektalen Funktionsstörungen können manometrisch erfaßt werden (79). Holschneider (33) findet in 96,4 % die manometrisch gestellte Diagnose Analsphinkterachalasie histologisch bestätigt. Bei Tobon (70) bestätigt sich in 100 % der Fälle die manometrisch gewonnene Diagnose Morbus Hirschsprung.

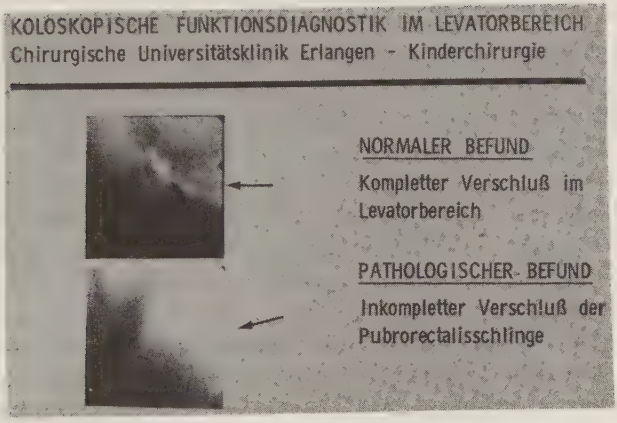


Abb. 5: Koloskopische Funktionsdiagnostik schematisch dargestellt.

1. Ruhemotilität von Rektosigmoid, Rektum und Anorektum.
2. Internus-Relaxation: Druckabfall im Anorektum bei Stimulation von Rektosigmoid oder Rektum durch Ballon, freie Luft oder Wasser.
3. Boluseffekt: Reaktionen von Rektosigmoid, Rektum und Anorektum bei Stimulation des Rektums durch einen Ballon.
4. Deflationsreaktion: Druckanstieg im Anorektum bei akuter Entleerung des Stimulationsballons im Rektum.
5. Adaptationsreaktion: Instillation freier Luft ins Rektosigmoid oder Rektum ist gefolgt von einem schnellen Druckanstieg und anschließendem langsamen adaptativem Druckabfall.
6. Kontinenzreaktion: Auf rasche intraabdominelle Drucksteigerungen oder das Berühren der perianalen Haut reagieren die Mm. sphincter ani externus und puborektalis mit einer raschen Kontraktion.
7. Compliance: Die Compliance ist die plastische Adaptation des Rektums an ein verändertes Volumen und läßt sich durch die Zuordnung des Druckablaufs zu den zugeführten Volumina messen.
8. Druckprofil: Durch zentimeterweises Zurückziehen der Katheter werden die Aktivitäten in verschiedenen Höhen des Rektosigmoids und Rektums gemessen, sowie die Höhe und Länge der anorektalen Widerstandsbarriere bestimmt.
9. Kontraktionskraft und Haltedruck der Sphinkteren: Dabei wird die maximale Höhe der Kontraktionskraft sowie deren Höhe in Abhängigkeit von der Zeit gemessen.

Tab. 1: Meßkonstanten bei der anorektalen Manometrie

C. Zielsetzung vorliegender Arbeit

Die anorektale Manometrie wird heute mit Ballonsonden oder open-tip Kathetern durchgeführt. Beide Methoden sind mit wesentlichen Nachteilen behaftet. Ballonsonden messen den Druck nur indirekt. Die Meßergebnisse sind also abhängig von Form, Volumen und Materialbeschaffenheit der verwendeten Ballons. Dazu kommt eine hohe Fremdkörperwirkung. Die relative Starre der verwendeten Sonden ermöglicht keine differenzierten Ableitungen. Der Vorteil der Ballonsonden liegt in ihrer einfachen Handhabung, der kurzen Untersuchungsdauer und ihrer relativen Unempfindlichkeit bei geringfügigen Störungen. Der wichtigste Vorteil liegt in der Möglichkeit, mechanische Kompressionen (squeeze) der Sphinktermuskulatur zu registrieren (7, 9, 13, 16, 20, 25, 29, 30, 34, 41, 45, 50, 51, 52, 53).

Dies ist mit open-tip Kathetern nicht möglich (26, 27, 20, 41, 53). Ferner ist diese Methode kompliziert zu handhaben, woraus lange Untersuchungsdauern sowie eine hohe Störanfälligkeit resultieren (9, 12, 34, 45).
Dem stehen der Vorteil geringer Fremdkörperwirkung, hoher Sensibilität, differenzierter Ableitungsmöglichkeiten, sowie der genauen Wiedergabe des intraluminellen Druckes gegenüber (9, 12, 13, 34, 41, 45, 53).

Für die Klinik wäre eine Sonde ideal, die so einfach zu handhaben ist wie eine Ballonsonde und auch deren gute Eigenschaften bei der Registrierung von Sphinkteraktivitäten besitzt, andererseits in Rektum und Rektosigmoid die Vorzüge der open-tip Katheter, sowie umfangreiche Stimulationsmöglichkeiten bietet.

Methode	VORTEILE	NACHTEILE
Ballon-sonde	1. einfache Handhabung 2. kurze Untersuchungsdauer 3. unempfindlich gegenüber geringfügigen Störungen 4. geeignet zur Messung mechanischer Kompression ("squeeze")	1. indirekte Druckmessung 2. Meßergebnisse abhängig von Form, Volumen, Material der Ballons 3. hohe Fremdkörperwirkung 4. keine differenzierten Ableitungen möglich
open-tip Katheter	1. geringe Fremdkörperwirkung 2. hohe Sensibilität 3. differenzierte Ableitungsmöglichkeiten 4. genaue Wiedergabe des intraluminellen Drucks	1. komplizierte Handhabung 2. hohe Störanfälligkeit 3. lange Untersuchungsdauer 4. ungeeignet zur Messung mechanischer Kompression ("squeeze")
Tip-Manometer	1. Einfachkeit der Bedienung 2. kurze Untersuchungsdauer 3. geringe Fremdkörperwirkung 4. geringe Störanfälligkeit 5. hohe Sensibilität 6. genaue Wiedergabe des intraluminellen Drucks 7. geeignet zur Messung mechanischer Kompression ("squeeze") 8. direkte Stimulation möglich 9. differenzierte Ableitung möglich	1. geringe Haltbarkeit der Katheter 2. hohe Kosten 3. Stimulationsöffnung seitlich unterhalb des Meßelementes.

Tab. 2: Vor- und Nachteile der Meßvorrichtungen zur anorektalen Manometrie.

Ziel dieser Arbeit ist es:

1. Eine neue Druckmesseinheit zu erstellen, die die oben erwähnten Eigenschaften besitzt.

2. Die normalen Ruhedruckverhältnisse in Rektosigmoid, Rektum und Anorektum aufzuzeigen.

3. Das physiologische Reflexverhalten und seine wichtigsten Parameter auf unterschiedliche Stimulation festzustellen.

4. Veränderung von Ruhe- und Reflexverhalten unter pathologischen Verhältnissen zu studieren.

5. Einen Vergleich mit den Ergebnissen von anderen Autoren und Techniken durchzuführen.

II. TECHNISCHE EINRICHTUNG

Zur elektromanometrischen anorektosigmoidalen Druckuntersuchung haben wir eine Apparatur aus 3 Elementen zusammengestellt:

1. Sonde, bestehend aus 3 Tip-Manometern, eines davon mit Stimulationsballon

2. Verstärker

3. Registriereinheit

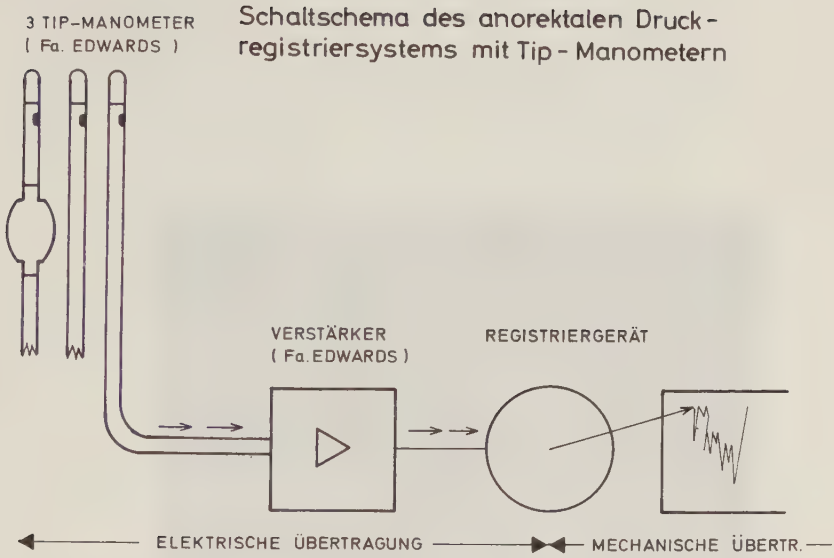


Abb. 6: Verwendet werden 3 Tip-Manometer, Edslab Modell 96 - 120 - 6F. Einer der Katheter ist mit einem Ballon versehen (Ersatzballon der Firma Rüsch zur Kinder-Sengstakensonde). Als Verstärker dient das Modell 9600 der Firma Edwards. Das Registriergerät ist ein 3-Kanal-Kompensationslinienschreiber Typ D 361 - Rikadenkie - Hellige.

zu 1: Verwendet werden die Tip-Manometer der Firma Edward, Laboratories, Edslab Modell 96 - 120 - 6F.
Dabei handelt es sich um einen doppellumigen Katheter,

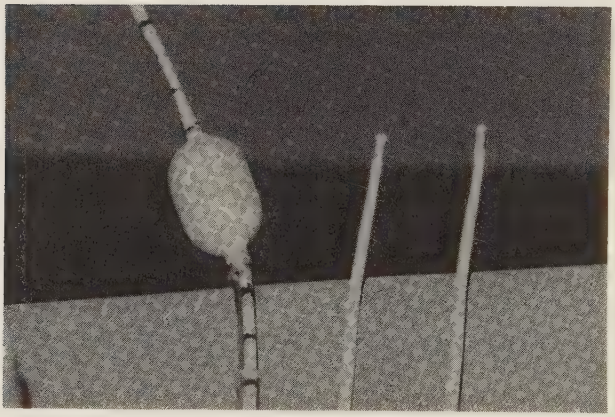


Abb. 7: Tip-Katheter zur Anorektalen Manometrie

an dessen Spitze ein druckempfindliches Element eingebaut ist. Dieser Druckumwandler besteht aus zwei 5 mm langen piezoresistiven Halbleiterelementen, die parallel zur Katheterachse montiert sind. Sie sind so angebracht, daß bei Druckexposition ein Element unter Zug steht und seinen Widerstand erhöht, während das andere unter Druck steht und seinen Widerstand erniedrigt. Die elektrische Konfiguration der Elemente kann als halbe Dehnungsmeßbrücke bezeichnet werden. Eine Lumenöffnung liegt 10 mm hinter der Katheterspitze und dient zur Injektion von freier Luft oder Wasser in den Darm.

Der Hersteller gibt folgende technische Angaben:

Spitze des Katheters	7F (≙ 2,33 mm)
Katheterkörper	6F (≙ 2 mm)
gebrauchsfähige Länge	120 cm
Ausgangsspannung	1 mV/mm Hg
Druckbereich	- 15 mmHg bis + 300 mmHg
Genauigkeit	± 2 % des vollen Meßbereichs

Der Katheterkörper verformt sich bei Körpertemperatur und paßt sich so den anatomischen Gegebenheiten an.

An einem der Katheter ist 9 cm unterhalb der Spitze ein 2 cm langer Ballon (Ersatzballon der Firma Willy Rüsch zur Kindersengstakensonde) befestigt. Er wird über einen 90 cm langen 5F Cava-Katheter aufgeblasen.
(Abb. 8 und S. 24 entfällt)

zu 2: Als Speise- und Verstärkerinstrument wird das Modell 9600 Druckverstärker der Firma Edwards verwendet. An diesem Verstärker kann ein Kalibrierungsfaktor eingestellt werden, der jedem Tip-Manometer mitgegeben wird, so daß ein Ausgangssignal von 1 mV/mmHg sichergestellt ist. (Siehe Abb. 9).

zu 3: Zur Registrierung wird ein 3-Kanal-Kompensationslinienschreiber Typ D 361 - Rikandenkie - Hellige verwendet. Die Papierlaufgeschwindigkeit beträgt 1 mm/sec. (Siehe Abb. 10).
Die Kurven werden von rechts nach links gelesen. Gleichzeitige Ereignisse liegen von Ableitung zu Ableitung 3 mm auseinander. Ableitung III liegt also 6 mm hinter Ableitung I.

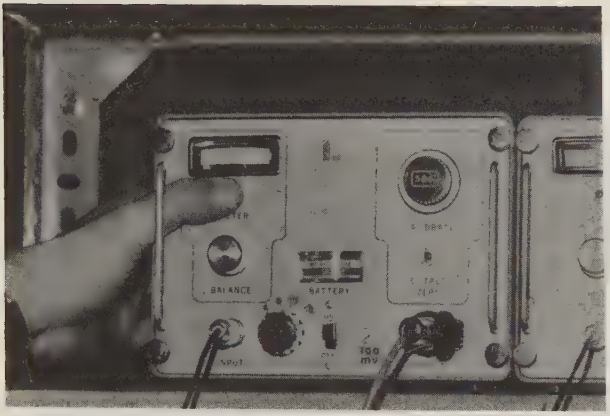


Abb 9: Speise- und Verstärkerinstrument
(Modell 9600 Druckverstärker der Fa. Edwards).
Durch Druck auf den Knopf "METER" wird auf der Skala die Abweichung des Katheters vom relativen Nullpunkt angezeigt. Durch Drehen des Knopfes "BALLANCE" kann die elektrische Brücke verstellt und so der Nullabgleich durchgeführt werden.
Auf der rechten Seite ist der Drehknopf "CALIBRATE" zu sehen. Er dient der Einstellung des jedem Tip-Manometer beigegebenen Kalibrierungsfaktors. In diesem Falle ist im Sichtfenster die Zahl 506 zu erkennen. Der darunterliegende Druckknopf "OUTPUT ZERO" dient zur Erzeugung eines elektrischen Nullsignals. In der Mitte des Gerätes ist eine Anzeige BATTERY" zu sehen, die den Ladezustand der Batterie angibt.

Abb. 10: Registriereinheit. (Typ 361 - Rikadenkie-Hellige)
Nullpunkt und Zeigerausschlag können für jeden Kanal gesondert eingestellt werden.
Die Registriergeschwindigkeit beträgt 1 mm/sec.
Die Kurven werden von rechts nach links geschrieben.

III. UNTERSUCHUNGSTECHNIK - KASUISTIK

A. Untersuchungsmodus

1. Vorbereitung der Kinder für die Untersuchung:

Bei allen Kindern wird zwei Stunden vor der Untersuchung der Darm mit Mikroklist[R] oder Einlauf gereinigt. Obstipierte Kinder, deren Darm mit großen Stuhlmassen impaktiert ist, erhalten am Tag zuvor Reinigungseinläufe (innerhalb von 24 Std. 3 mal). Unruhige Kinder werden mit Truxalettensaft[R] (1 mg/kg) oder Valium (Säuglinge 2 - 4 mg i.v., Kleinkinder 3 - 6 mg i.v., Schulkinder 5 - 10 mg i.v.) sediert.
Alle Kinder werden im Bett in linker Seitenlage untersucht.

2. Vorbereitung der Meßvorrichtung für die Untersuchung:

a) Einstellung des bei den Kathetern angegebenen Kalibrierungsfaktors an den Verstärkern (siehe Abb. 11).

b) Nullabgleich
Dazu werden die Katheterspitzen 1 cm tief in 37 $\pm$ 5 ^{o}C warmes Wasser getaucht, wo sie zum Temperaturausgleich verbleiben (siehe Abb. 12). Dann wird das Abgleichpotentiometer am Gerät auf Null eingestellt (siehe Abb. 9).

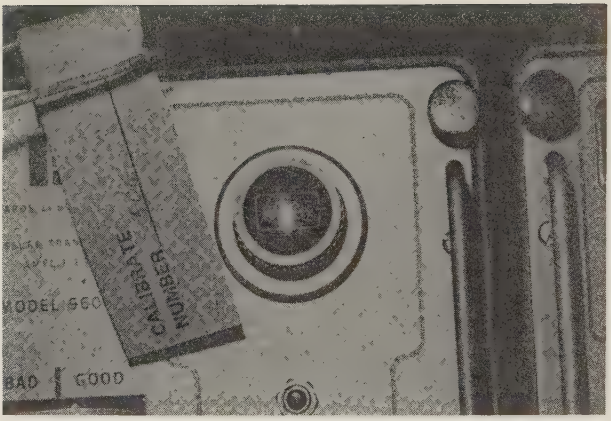


Abb. 11: Einstellung des Kalibrierungsfaktors. Am Tip-Manometer ist eine Papierfahne mit der Aufschrift "CALIBRATE NUMBER" sowie einer Zahl, hier 506, befestigt. Diese Zahl wird am Knopf "CALIBRATE" des Verstärkers eingestellt.

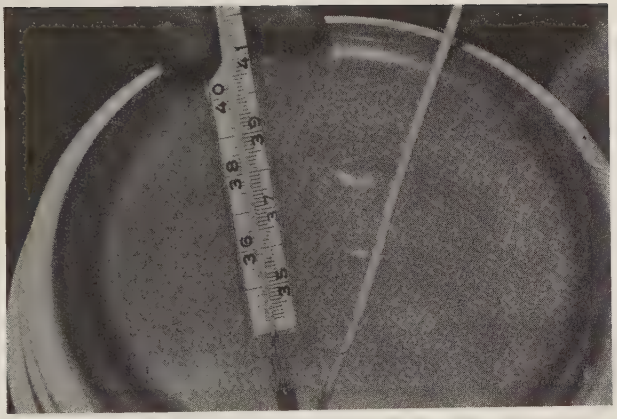


Abb. 12: Temperaturausgleich des Katheters.
Zur Durchführung des Nullabgleichs muß die Katheterspitze eine Weile in ein 37 ± 5° C warmes Wasser getaucht werden.

c) Der Schreiber wird am Kanal I auf die Linie Nr. 7, am Kanal II auf Linie Nr. 3,5 und am Kanal III auf Linie Nr. 0,5 des Registrierpapiers eingestellt. Die Empfindlichkeit des Schreibers wird so gewählt, daß auf Kanal I und II ein Druck von 10 mmHg einen Ausschlag von 10 Teilstrichen des Registrierpapiers ergibt. Bei Kanal III ergibt ein Druck von 50 mmHg einen Ausschlag von 10 Teilstrichen (siehe Abb. 13).

3. Zusammenstellung der Sonde für die Untersuchung: (siehe Abb. 14)

Die Katheter werden entsprechend dem Alter der Kinder (54) und der einzelnen Ableitungs- und Stimulationspunkte zu einer Sonde zusammengestellt und mit einfachen Klebebändern in ihrer Lage zueinander fixiert. Dabei kommt der Rektosigmoidalkatheter (Kanal I), an dem der Ballon befestigt ist, in einer Höhe von 17 - 21 cm, der Rektalkatheter (Kanal II) in einer Höhe von 3,5 - 7 cm und der Anorektalkatheter (Kanal III) in einer Höhe von 1 - 2 cm von der Anokutanlinie zu liegen. Der Ballon liegt bei dieser Anordnung in einer Höhe von 7 - 11 cm. Die Katheter liegen so zueinander, daß die druckempfindlichen Elemente senkrecht zum Nachbarkatheter stehen. Der maximale Durchmesser der "Sonde" beträgt ca. 4 mm.

4. Einführen der Sonde:

Vor dem Einführen werden die Katheter, insbesondere jedoch der Ballon, mit Gleitmittel bestrichen. Zur Erleichterung des Einführens wird in das Lumen des Rektosigmoidalkatheters ein Stahldraht (Guider) eingeführt (siehe Abb. 15). Dieser Guider wird bis maximal 12 cm im

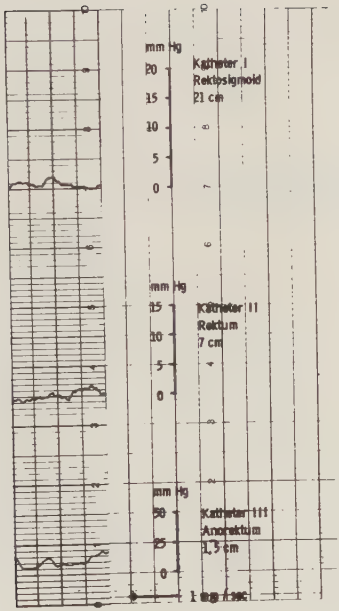


Abb. 13: Registrierpapier. Der Schreiber wird am Kanal I (= Katheter I) auf Linie Nr. 7, am Kanal II (≙ Katheter II) auf Linie Nr. 3,5 und am Kanal III (≙ Katheter III) auf Linie 0,5 des Registrierpapiers eingestellt. Auf Kanal I und II ergibt ein Druck von 10 mmHg einen Ausschlag von 10 Teilstrichen; auf Kanal III ergibt ein Druck von 50 mmHg einen Ausschlag von 10 Teilstrichen.

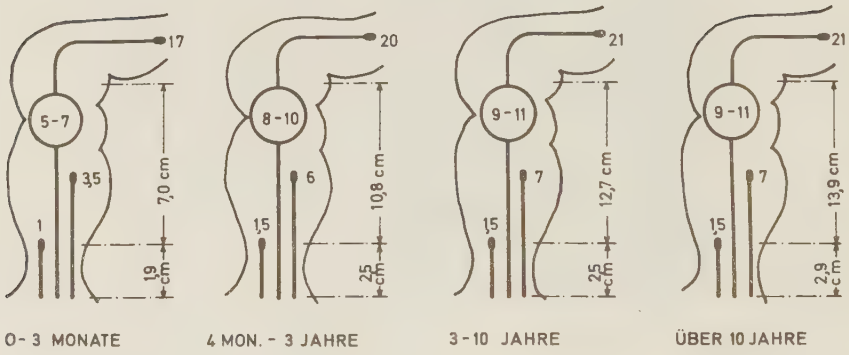


Abb. 14: Vergleichender Überblick über die Länge von Analkanal und Rektum (n. Schapiro)
(S. 34 und Abb. 15 entfällt)

Katheter belassen, danach herausgezogen und die Sonde wird frei vorgeschoben. Damit wird eine Irritation des Anorektums weitgehend vermieden. Bei starkem Widerstand gegen das Einführen werden die Kinder aufgefordert wie zum Stuhlgang zu pressen bis die Druckbarriere überwunden ist.

5. Versuchsablauf:
(siehe auch ausführliche Erklärung Seite 48 und Kapitel "Untersuchungsergebnisse").

1. a) Beruhigung des Darmes abwarten	individuell
b) Lagekontrolle durch kurzen Hustenstoß	verschieden
2. Messen des Ruhedrucks (alle Katheter)	3 Min.
3. Stimulierung des Rektums durch den Ballon:	
a) Füllung des Ballons mit je 10 ml Luft bis 50 ml, alle 30 Sec. (Katheter I)	2 Min.30 Sec.
) danach akutes Entleeren des Ballons nach	30 Sec.
) Pause	1 Min.
b) Füllung des Ballons mit je 10 ml Luft bis 50 ml, alle 10 Sec	50 Sec.
) akute Entleerung nach	30 Sec.
) Pause	1 Min.
c) akute Füllung des Ballons mit 50 ml Luft	
) akute Entleerung nach	30 Sec.
) Pause	1 Min.
4. Lagekontrolle	
5. Stimulierung des Sigmas durch Injektion von freier Luft (Katheter I)	

a) Injektion von je 10 ml Luft bis 50 ml alle 30 Sec.	2 Min. 30 Sec.
Pause	30 Sec.
b) Injektion von je 10 ml Luft bis 50 ml alle 10 Sec.	50 Sec.
Pause	30 Sec.
c) Injektion von 50 ml Luft akut	
Pause	30 Sec.
d) Aspiration von Luft aus dem Rektum	1 Min.
6. Stimulierung des Rektums durch Injektion von freier Luft	
Programm wie bei (4) (Katheter II)	5 Min. 50 Sec.
7. Anorektales Druckprofil	10 Min.
	32 Min. 40 Sec.

Erläuterungen zum Versuchsablauf:

zu 1: Durch das Einführen der Sonde werden Anorektum, Rektum und Rektosigmoid irritiert (12, 15, 26, 27); gelegentlich verkrampfen sich die Kinder auch. Beim Husten wird die Bauchpresse betätigt. Es kommt dabei zu einer reflektorischen Kontraktion des Kontinenzapparates (17, 41). Ein Druckanstieg in allen drei Ableitungen zeigt die richtige Lage der Katheter und ein Funktionieren der Druckelemente an.

zu 2: Der Ruhedruck wird als Basislinie genommen.

zu 3: Durch Füllung des Ballons mit Luft wird das Rektum mechanisch gedehnt und ein Bolus simuliert. Es kommt zu einer Relaxation des M. sphincter ani internus. Dies dient der Überprüfung des Reflexver-

haltens des M. sphincter ani internus. Aus dem akuten Entleeren des Ballons resultiert eine Kontinenzreaktion (1, 39, 40, 43). Dies dient zur Überprüfung des M. puborektalis und sphincter ani externus.

zu 4: Bei der Lagekontrolle wird die richtige Lage der Anokutanmarke an der Sonde überprüft. Dabei wird die perianale Haut berührt, wodurch der Anokutan-Reflex ausgelöst wird. Dies dient der Prüfung der Sensibilität im Analkanal (16, 41, 58, 59, 60, 61 et al.). Da es durch die Füllung des Ballons des öfteren zu einer Verschiebung der Sonde kommt, ist die Lagekontrolle nach Versuchsablauf Nr. 3 unbedingt erforderlich.

zu 5: Durch die Injektion von freier Luft ins Sigma sollen ankommende Gasmengen bzw. Druckwellen simuliert werden. Durch die Anzeigen von Rektal- und Anorektalkatheter kann die Fortleitung dieser Luft verfolgt werden, (28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 55, 56, 57). Durch Aspiration aus dem Rektum kann das Volumen der fortgeleiteten Luft quantitativ bestimmt werden.

zu 6: Überprüfung des Reflexverhaltens des M. sphincter ani internus (Relaxation) und der Kontinenz (Kontraktion von M. sphincter ani externus und M. puborektalis) (28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 55, 56, 57), sowie Compliance-Messung (28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37). Die Compliance ist die plastische Adaptation des Rektums an ein verändertes Volumen und läßt sich durch die Zuordnung des Druckablaufs zu den zugeführten Volumina messen (18, 19).

zu 7: Beim Druckprofil werden die Aktivitäten in verschiedenen Höhen des Sigmas und Rektums gemessen, sowie die Höhe und Länge der anorektalen Widerstandsbarriere bestimmt. Ab Beginn dieser Barriere wird die Höhe der maximalen Willkürkontraktion gemessen.

Der Versuchsablauf wird im Kapitel "Untersuchungsergebnisse" anhand von Beispielen genauer erläutert.

Zur direkten Messung der Rektum-Compliance über den Ballon haben wir einen Druckdom konstruiert (Abb. 16). Dieser besitzt zwei Luerlock-Anschlüsse. Der eine dient dem Anschluß des Ballonkatheters, der andere dem Einblasen von Luft. Als Druckaufnehmer dient ein Tip-Manometer, dessen Spitze durch eine Druckmanschette im Dom zu liegen kommt. Diese Anordnung wurde nicht routinemäßig verwendet. Ergebnisse werden an anderer Stelle veröffentlicht.

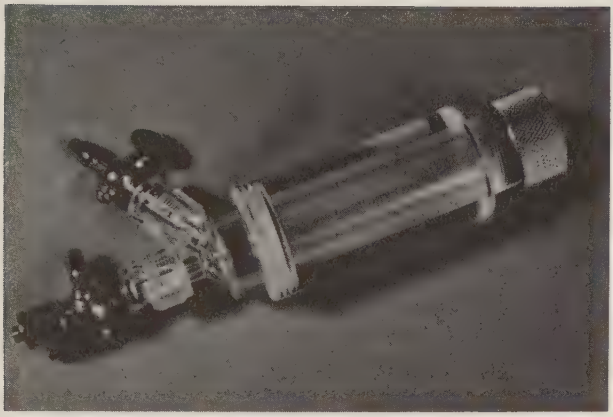


Abb. 16: Druckzylinder. Mit Hilfe dieses Zylinders kann die Compliance über den Ballon gemessen werden. Dazu wird rechts ein Tip-Manometer eingeführt und mit einer Schraubquetschung abgedichtet. An dem Hahn links unten kann der Ballon über den Cava-Katheter angeschlossen werden. Der nach oben gerichtete Hahn dient der Luftinstillation in den Ballon.
Vor Messung der Compliance auf diese Weise muß die Eigencompliance des Ballons bestimmt werden. Dies geschieht durch Instillation von jeweils 10 ml Luft, bis 50 ml Luft. Gleichzeitig wird die daraus resultierende Druckerhöhung im Ballon gemessen. Diese Werte sollen bei der Messung der Rektumcompliance abgezogen werden.

B. Untersuchtes Patientengut:

Unsere Untersuchungen stützen sich auf 81 Untersuchungen an 66 Kindern im Alter von 1 - 14 Jahren.
Die Tabelle 3 gibt eine Übersicht darüber.

81 Untersuchungen
66 Kinder

normaler Druckverlauf	pathologischer Druckverlauf
43 Unters. 43 Kinder	38 Unters. 23 Kinder

postoperative Verlaufskontr.	Einweisungsdiag. Stuhlentleerungs-schwierigkeiten	Abklärung der Kontinenzlage
9 Unters. 3 Kinder	22 Unters. 14 Kinder	7 Unters. 6 Kinder

Tab. 3: Postoperative Verlaufskontrolle: Pfählungsverletzung (1 Fall), Durchzugsoperation (1 Fall), Dickdarmresektion (1 Fall).
Einweisungsdiagnose Stuhlentleerungsschwierigkeiten: Obstipation mit Überfließinkontinenz bei Sigma elongatum (7 Fälle), Morbus Hirschsprung (4 Fälle), psychogene Obstipation (1 Fall), Analsphinkterachalasie (1 Fall), rektales Inertiasyndrom (1 Fall).
Abklärung der Kontinenzlage: Anorektale Anomalien (4 Fälle), Spina bifida (1 Fall), Prune-Belly-Syndrom (1 Fall).

C. Vermeidung von Fehlern bei dieser Technik

Die anorektosigmoidale Manometrie ist eine Untersuchung, die bei Nichtbeachtung einiger wichtiger Punkte leicht zu fehlerhaften Ergebnissen und Fehlinterpretationen führen kann (78).

1. Rektosigmoid, Rektum und Anorektum müssen frei von Stuhl sein.
2. Die Kinder müssen beruhigt bzw. sediert sein.
3. Die Sonde muß sorgfältig zusammengestellt sein.
4. Beim Einführen soll eine übermäßige Irritation des Analkanals vermieden werden; die Sonde muß unverschieblich in ihrer Position bleiben.
5. Dem Darm muß genügend Zeit gegeben werden, in eine Ruhelage zurückzukehren.
6. Der Untersuchungsablauf soll bei allen Kindern gleich sein.

Tabelle 4: Vermeidung von Fehlern bei der anorektalen Manometrie mit Tip-Manometern.

zu 1: Durch Stuhl wird die Darmmotilität verändert und das Reflexverhalten des Anorektums beeinflußt (18, 19). Die drucksensiblen Elemente der Katheter werden durch Stuhlmassen mechanisch irritiert.
Abhilfe: 1 - 2 Tage oder länger vorher Reinigungseinläufe mit Gastrografin.

zu 2: Unruhige, weinende Kinder können nicht untersucht werden, da das Betätigen Bauchpresse zu einer Überlagerung des Reflexverhaltens führt und so einen atypischen Kurvenverlauf induziert.
Abhilfe: a) Valium: Säuglinge 3 - 4 mg
Kleinkinder 3 - 6 mg
Schulkinder 5 -10 mg
b) Truxalettensaft 1 mg/kg.

zu 3: Die Sonde soll genau entsprechend dem Alter der Kinder zusammengestellt sein; die Katheter in ihrer Lage zueinander unverschiebbar liegen. Auf die richtige Lage der druckempfindlichen Elemente muß geachtet werden, um falsch erhöhte Werte zu vermeiden.
Abhilfe: Zusammenstellen der Sonde entsprechend Abbildung 8.

zu 4: Beim Einführen der Sonde muß das Abknicken der Katheter vermieden werden. Ferner soll ein übermäßiges Aufweiten des Analkanals unterbleiben. Verschieblichkeit der Sonde kann zu falsch positiver Reflexantwort führen.
Abhilfe: Die 3 Katheter werden zusammengeklebt, der Katheter, der am weitesten proximal liegt wird mit einem Guider eingeführt (siehe Abb. 15).

zu 5: Aaronson (1) nennt als den häufigsten Grund für eine falsch negative Reflexantwort die ungenügende Beruhigung des Anorektums.
Abhilfe: Kinder sollen ca. 10 Minuten ruhig liegen bleiben.

zu 6: Eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse wird nur möglich sein bei standartisiertem Untersuchungsablauf.
Abhilfe: Beachtung der Punkte 1 -6 und einheitlicher Versuchsablauf (Kapitel III (5)).

Bei den 81 Untersuchungen ist in keinem Fall eine Komplikation aufgetreten.

D. Verbesserungsvorschläge zu dieser Technik

Die Katheter werden vom Hersteller zum einmaligen Gebrauch angeboten. Die Druckelemente sind mit einem dünnen Latexhäutchen überzogen. In allen Fällen wurden die Katheter durch Zerreißen dieses Häutchens unbrauchbar (siehe Abb. 17). Um ein vorzeitiges Brüchigwerden des Latex zu verhindern, wurden die Katheter nach jeder Messung sorgfältig gereinigt und trocken, dunkel und kühl aufbewahrt. Durch diese Behandlung konnten die Katheter bis zu 25 mal verwendet werden (siehe Abb. 18).

Für die Messung selbst ist der Umstand, daß die Katheteröffnung zur Stimulation des Darms seitlich unterhalb des Meßelementes liegt, eventuell von Nachteil. Bei der zu schnellen Injektion von Luft oder Wasser kann es durch einen Rückstoßeffekt zu Artefakten kommen.

Eine Verbesserung der Technik könnte

1. durch den Hersteller, d.h. durch die Herstellung spezieller Darmkatheter und
2. durch vereinfachte Auswertung der Kurven

erreicht werden.

zu 1: Wünschenswert wären Katheter mit einer strapazierfähigeren Membran über den Druckelementen. Die Injektionsöffnung sollte an der Spitze der Katheter plaziert sein. Der Stimulationsballon, den wir bis jetzt selbst anbauten (siehe Abb. 7) sollte bereits im Katheter integriert sein.

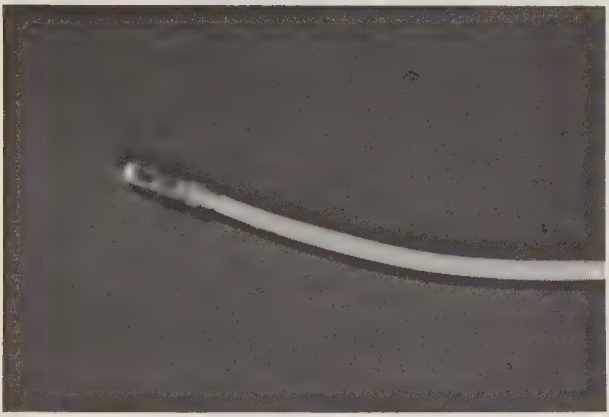


Abb. 17: Defekter Katheter. In den meisten Fällen wurde der Katheter durch das Zerreißen der Latexmembran unbrauchbar. Auf der Abbildung sind die freiliegenden Elektroden und die zurückgeschobene Membran zu sehen.

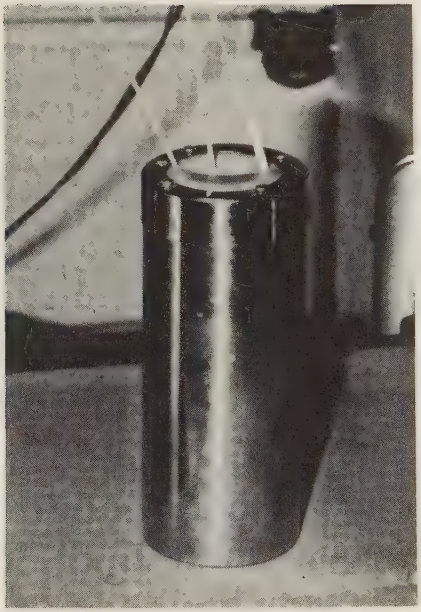


Abb. 18: Aufbewahrungsbehälter für Tip-Manometer.
Die Katheter, die vom Hersteller zum einmaligen Gebrauch bestimmt sind, können durch sorgfältige Lagerung bis zu 25 mal verwendet werden. Zur kühlen, trockenen und dunklen Aufbewahrung dient dieses Metallgefäß.

zu 2: Die quantitative Auswertung der Kurven ist wegen der Fülle der Informationen über Form und Dauer der auftretenden Wellen und Reaktionen umständlich und zeitraubend. Vorerst ist die Auswertung noch weitgehend optisch, d.h. sie unterliegt nicht faßbaren Erfahrungswerten. Der Untersucher muß optisch eingearbeitet sein, um Artefakte, die bei dieser Untersuchung gewöhnlich auftreten (12), von tatsächlich verwertbaren Kurvenzügen unterscheiden zu können.
Eine Computer-Auswertung, wie sie schon Misiewicz (47, 48) und Connell (12) versucht haben, wäre wünschenswert.

An einem Programm dafür wird gearbeitet (Willital). Vorerst wurden nur Normogramme über Ruhedruckwerte angefertigt.

IV. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Durch die verfeinerte Ableitungstechnik erhält der Untersucher eine schwer zu ordnende Fülle von Informationen. Die Bedeutung der einzelnen Informationen ist weitgehend noch unbekannt. Ein Auswertungsschema konnte in der Literatur nicht gefunden werden. Allein die unzähligen Wellenformen, die auftreten können, vergleicht man mögliche Dauern und Amplituden, sind schwer in ein Schema zu pressen. Lawson's Einteilung ist in den seltensten Fällen klar anwendbar. (Siehe Abb. 19)

Eine Stimulation kann z.B. im Rektosigmoid sowohl Druckanstieg wie einen Druckabfall verursachen. Es ist oft nicht möglich zu unterscheiden, ob eine Reaktion auf Stimulation vorliegt oder ob ein autonomer Vorgang beobachtet wird. Dies ist überhaupt eines der großen Probleme für die Auswertung. Es ist selten klar erkenntlich ob die Reaktion auf einen Stimulus zusammen mit einer autonomen Reaktion abläuft. Dies kann besonders im Anorektum zu einem Ausbleiben des Sphinkterhemmreflexes, wenn z.B. in eine Kontinenzreaktion hineinstimuliert wurde, oder zu einer übermäßigen Reaktion führen,wenn z.B. in eine Spontanrelaxation hineinstimuliert wurde. Wir haben selten gesehen, daß ein Kind auf alle Stimuli während der Untersuchung regelrecht reagiert hätte. Durchschnittlich blieben von den 33 Einzelstimulationen pro Patient (siehe Untersuchungsablauf Seite 35) 2 - 3 Stimulationen ungenügend beantwortet.

Das Ablesen der Einzelwerte geschah mit Hilfe eines transparenten Millimeterpapiers. Dabei war es insbesondere schwierig, Werte der Ableitung III, also des Anorektums, abzulesen, da dort 2,5 mm auf dem Registrierpapier einem Druck von 5 mmHg entsprachen. Der abgelesene Wert war sicher vom Auswerter abhängig. Der Grund für diesen ungünstigen Maßstab lag im Fehlen eines geeigneten Verstärkungsfaktors am Schreiber.

Da es vorher nicht absehbar war, welche der uns zugänglichen Informationen von Wichtigkeit waren, haben wir das in Tabelle 5 gezeigte Auswertungsschema benutzt. Die erhaltenen Werte wurden anhand von Histogrammen auf ihre Brauchbarkeit hin überprüft (siehe Abb.20/21).Endgültig berücksichtigt wurden nur Parameter, deren Werte in einem überschaubaren Bereich eng beisammenlagen und somit für den Einzelfall aussagekräftig schienen.
Wir fanden dabei, daß diese Werte für das Individuum eng beisammenliegen. Zwischen den Patienten bestehen jedoch oft große Unterschiede. Auf diesen Umstand war auch von Arhan (3, 4, 5, 6) schon hingewiesen worden.

Als kennzeichnende Größe für den Patienten schien es sinnvoll den sog. Median der Einzelwerte aus den Versuchen zu berücksichtigen. Die Mediane der einzelnen Patienten wurden miteinander verglichen, gegebenenfalls daraus der Mittelwert errechnet. In Klammern wird jeweils der niedrigste und der höchste Median angegeben.
Ein wichtiger Punkt beim Auswerten der Kurven kann statistisch nicht wiedergegeben werden: nämlich das optische Erfassen der Kurven, das oft aussagekräftiger als Zahlen ist.

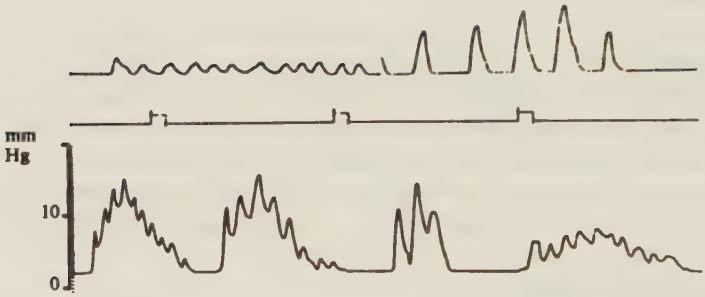


Abb. 19: Wellenformen nach Lawson
Oben: Typ-I-und II-Wellen; unten: Verschiedene Typ-III-Wellen. Die Distanz zwischen zwei Markierungen bedeutet 1 Minute (für beide Kurven) (57).

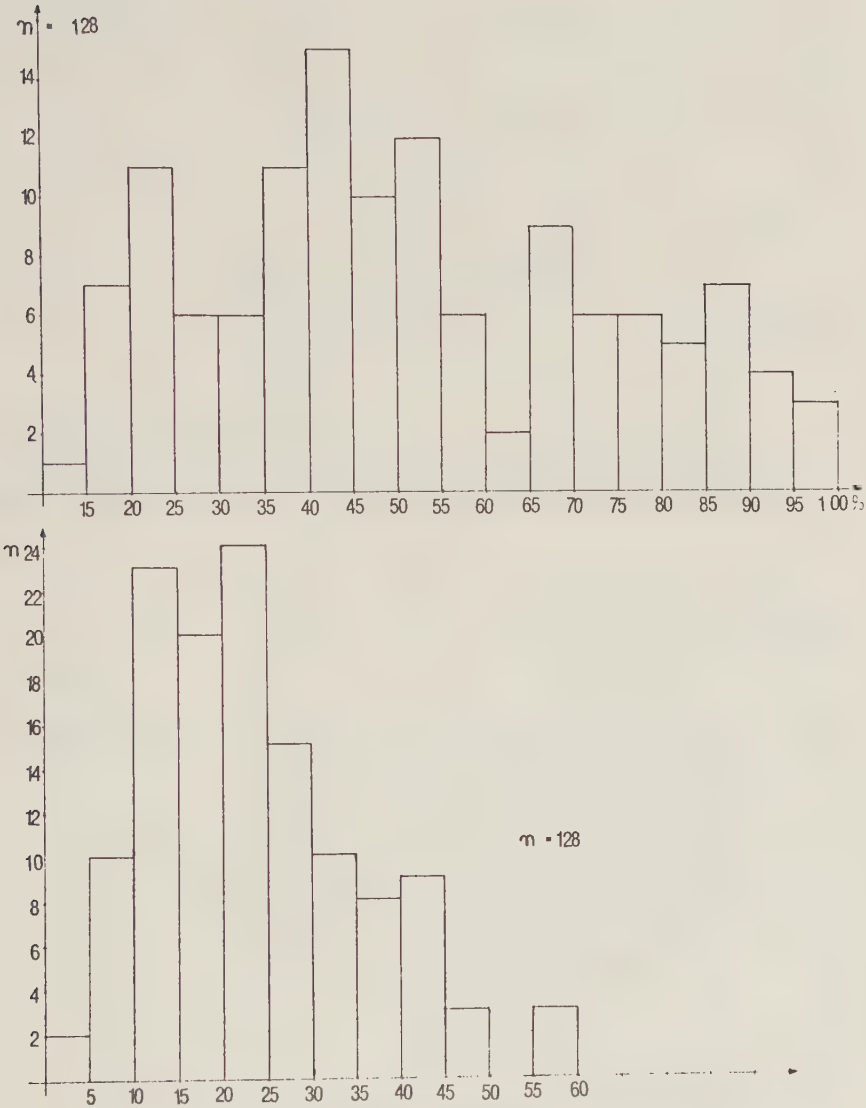
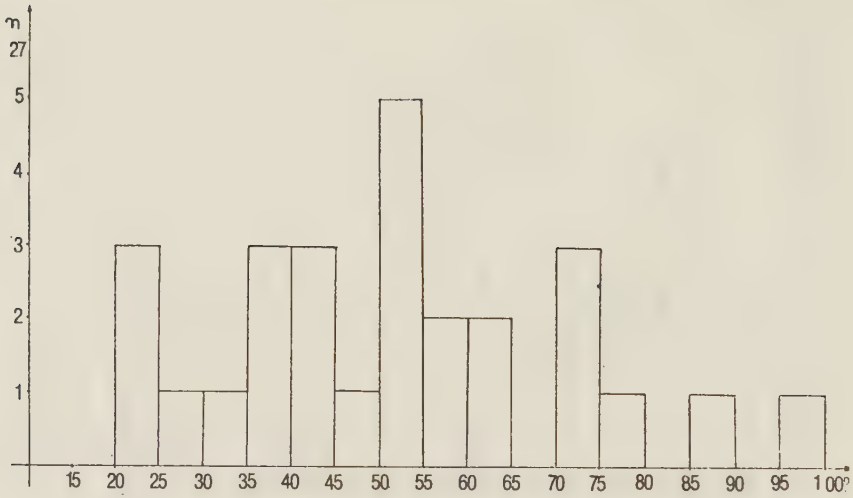


Abb. 20 a und 20 b: Beispiel der Parameterauswahl anhand von Histogrammen.



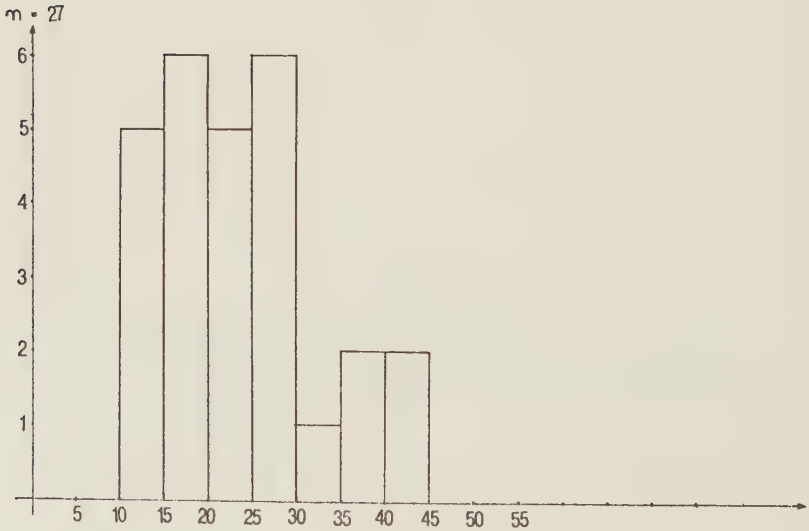


Abb. 21 a und 21 b: Beispiel der Parameterauswahl anhand von Histogrammen.

zu Abb. 20 und 21: Druckabfall im Anorektum bei Stimulation mit dem Ballon alle 30 sec. Gemessen wurde der Druckabfall relativ zum Ausgangswert. Die Abszissen der Histogramme sind in Bereiche von je 5 Einheiten eingeteilt: bis 5, bis 10, bis 15, usw.
In den Ordinaten ist die Anzahl der in den jeweiligen Bereichen liegenden Werte angegeben (Beispiel an Histogramm).
Von den 128 gefundenen Werten liegen 7 Werte im Bereich von über 15 % bis einschließlich 20 %.

Histogramm 20 a: Errechnet wurde der Druckabfall in % des Ausgangswertes (Beispiel: Ausgangswert 50 mmHg, Relaxation um 25 mmHg ≙ 50 % des Ausgangswertes).
In das Histogramm gehen alle Relaxationen aller Patienten bei diesem Versuch ein. Die Werte streuen vom Bereich bis 15 bis hin zum Bereich bis 100.

Histogramm 20 b: Angegeben wird der Druckabfall in mmHg relativ zum Ausgangswert (siehe Abb. 22).
In das Histogramm gehen alle Relaxationen aller Patienten bei diesem Versuch ein.
Die Werte streuen vom Bereich bis 5 bis hin zum Bereich bis 60. Im Gegensatz zu den Prozentangaben ist jedoch ein deutliches Häufigkeitsmaximum zu erkennen.

Histogramme 21 a und 21 b: Die beiden Histogramme zeigen die Mediane für die einzelnen Patienten, die aus den in den Histogrammen 20a und 20b angegebenen Werten gewonnen wurden. Stark streuende Werte wurden dadurch eliminiert.
Die Prozentangaben streuen immer noch über einen weiten Bereich. Die Werte in mmHg sind enger zusammengerückt.

Wir folgern daraus, daß die Angabe in "% relativ zum Ausgangswert" kein geeigneter Parameter zur Beschreibung einer Kurve ist.

Statistisch erfaßbar und für die Klinik verwertbar fanden wir folgende Parameter: (Siehe Abb. 22).

1. Tiefe der Relaxation relativ zum Ausgangswert in mmHg
2. Steilheit des Druckabfalls in mmHg/sec.
3. Steilheit des Wiederanstiegs in mmHg/sec.
4. Dauer des Druckabfalls in sec. (t_1)
5. Dauer des Wiederanstiegs in sec. (t_2)
6. Gesamtdauer der Reaktion in sec. (tges)

Ein Beispiel zeigt Abbildung 22.

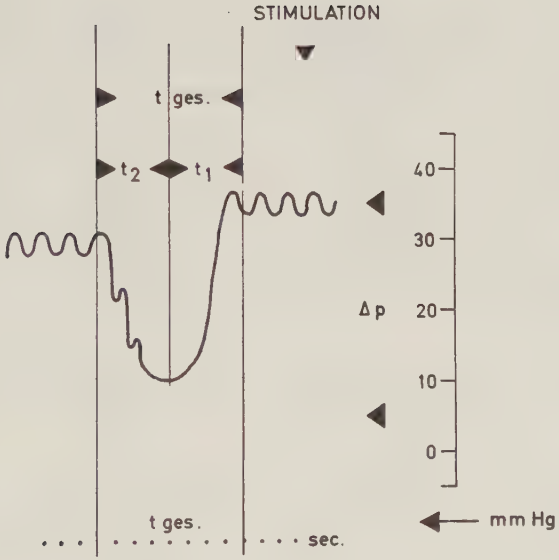


Abb. 22: Skizze einer Relaxation

Die Kurve ist von rechts nach links zu lesen.

Es bedeuten:

t_1: Dauer des Druckabfalls

t_2: Dauer des Wiederanstiegs

tges: Gesamtdauer der Reaktion

Steilheit des Druckabfalls: $\frac{Dp}{t_1}$

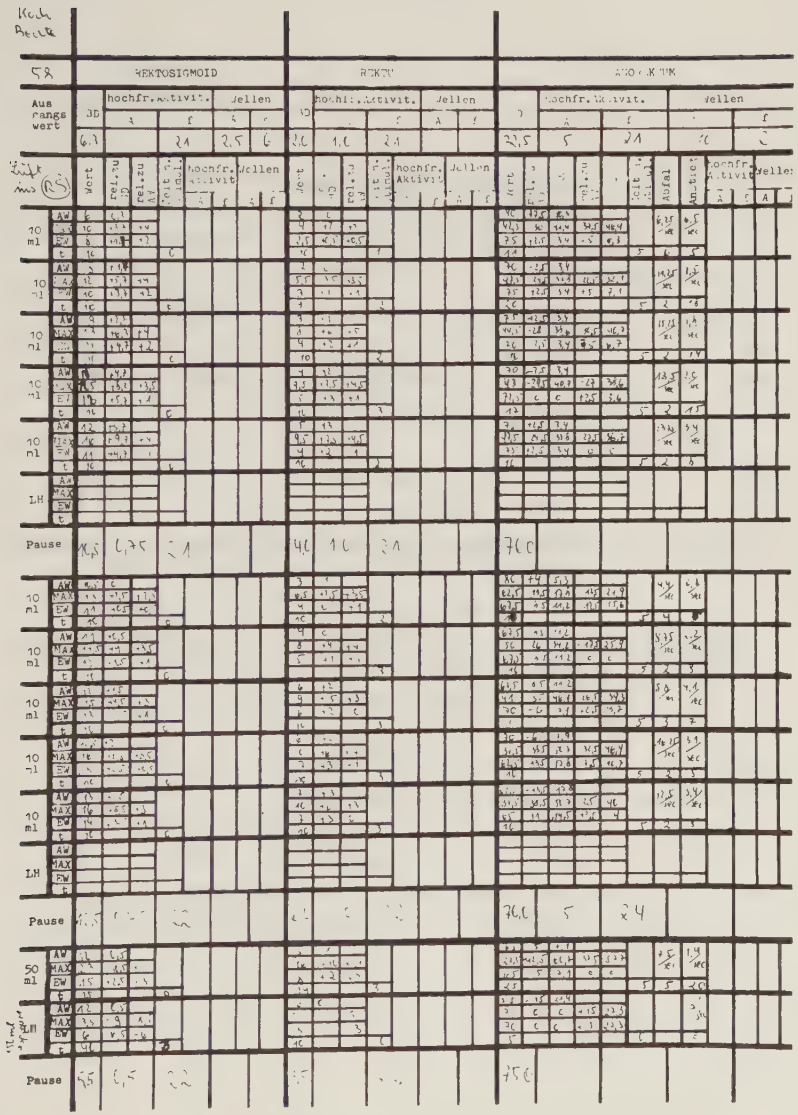
Steilheit des Wiederanstiegs: $\frac{Dp}{t_2}$

Weitere Parameter sind numerisch nicht erfaßbar; sie werden anhand der Abbildungen beschrieben.

Prozentangaben wurden gemacht, wenn dies zum Vergleich mit anderen Autoren notwendig war. Die Angabe "% der Fälle" bezieht sich bei den Ruhewerten auf die Anzahl der Patienten. Entsprechend dem Vorgehen anderer Autoren bezieht sich die Angabe "% der Fälle" bei Stimulationen auf die Anzahl der Stimulationen insgesamt.
Beispiel: Bei dem Punkt "Stimulation durch Instillation von 10 ml Luft alle 30 sec in den Ballon" werden pro Patient 5 Instillationen durchgeführt. Der Versuch wurde an 27 Kindern ausgeführt. Es resultieren also 5 x 27 = 135 Stimulationen. Angaben in "% der Fälle" beziehen sich auf diese 135 Stimulationen.
Bei den anderen Punkten des Versuchsablaufs wird gleich verfahren.

Bei den Untersuchungen an 7 Kindern mit Sigma elongatum wurden in Vergleichstabellen mit gesunden Kindern auch Prozentangaben gemacht. Dies geschah um einen groben Vergleich zu ermöglichen. Auch wurden mehrmalige Untersuchungen an einem Kind als jeweils eigenständig behandelt.

Dieses Vorgehen ist keineswegs zufriedenstellend. Insbesondere sind Prozentangaben bei kleinen Kollektiven zweifelhaft. Der auffällige optische Eindruck der Kurven bei Sigma elongatum kann jedoch dadurch in etwa numerisch beschrieben werden.



Tab. 5: Auswertungsschema

zu Tab. 5:

Es bedeuten:

BD	= Basisdruck in Ruhe (mmHg)
A	= Amplitude (mmHg)
F	= Frequenz (1/min)
AW	= Ausgangswert vor der Reaktion (mmHg)
MAX	= Maximalwert der Reaktion (mmHg)
EW	= Endwert nach der Reaktion (mmHg)
t	= Dauer der Reaktion (sec)
Wert	= tatsächlich abgelesener Wert aus den Kurven relativ zum Nullpunkt (mmHg)
rel.zu BD	= Druckänderung relativ zum Basisdruck (mmHg)
rel.zu AW	= Druckänderung relativ zum Ausgangswert vor der Reaktion (mmHg)
Zeit n. Stimul.	= Zeitabstand zwischen der Stimulation und dem Eintritt der Reaktion (sec).
%	= Prozent relativ zum Basisdruck bzw. Prozent relativ zum Ausgangswert.
Abfall	= Steilheit des Druckabfalls $\frac{Dp}{t1}$ siehe Abb. 22 (mmHg/sec)
Anstieg	= Steilheit des Wiederanstiegs $\frac{Dp}{t2}$ siehe Abb. 22 (mmHg/sec)
LH	= Reaktionen auf Deflation des Ballons bzw. Aspiration von weitergeleiteter freier Luft.

A. Normalwerte

Vergleichswerte wurden aus 43 Untersuchungen an ebensovielen anorektal gesunden Kindern im Alter von 2 - 14 Jahren ermittelt. Sie werden im folgenden als "Normalwerte" bezeichnet.

Physiologische Ruhedruckwerte:

Die physiologischen Ruhedruckwerte dienen als Vergleichsgrundlage, um pathologische Werte feststellen zu können.

1. Das anorektosigmoidale Druckprofil

Die Tabelle 6 gibt einen Überblick über die mittleren, lageabhängigen Ruhedruckwerte. Die Ruhedruckwerte wurden aus 43 Untersuchungen an ebensovielen Patienten im Alter von 2 - 14 Jahren ermittelt.

cm oberhalb Anokutanlinie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Mittelwert (mmHg)	57,6	34,7	12,2	2,3	0,1	0,6	0,5	0,7	0,9	2,1	3,6	4,5	6,6	7,8	5,5
Standard-abweichung (mmHg)	15	10,7	7,4	4,2	2,9	2,8	3,5	3,4	3,5	4,2	6,3	5,1	4,6	4,3	3,2
Willkür-kontraktion (mmHg)	149,5	98,8	34,5												

Tabelle 6: Anorektales Ruhedruckprofil bei Kindern mit Tipkathetern.

Abbildung 23 zeigt ein Diagramm über diese Werte.
Die Abszisse gibt die Entfernung von der Anokutanlinie in cm an. In der Ordinate wurde die Höhe des Druckes nach Tab. 6 eingezeichnet. WK gibt die Höhe der maximalen Willkürkontraktion in mmHg an; in Klammern Prozent des Ausgangswertes. Beim zentimeterweisen Zurückziehen der Katheter wurde in 25 Fällen an mindestens einem Punkt des Rektums ein negativer Wert registriert. Dies entspricht 58,1 % der Fälle. Im Rektosigmoid konnten in 17 Fällen (≙ 39,5 % der Fälle) negative Druckwerte gefunden werden.
In 32 der 43 Fälle (≙ 74,4 % der Fälle) lag der Druck im Rektosigmoid über dem des Rektums.

Die Länge der anorektalen Druckbarriere variierte von 2 - 4 cm Länge.

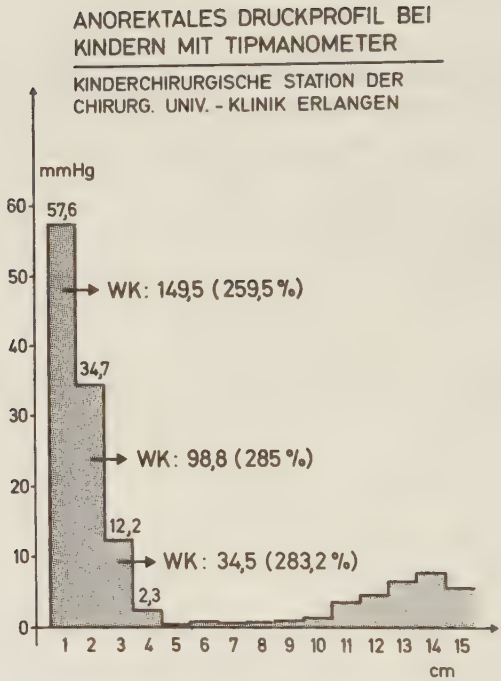


Abb. 23: Anorektales Druckprofil

2. Ruheaktivitäten

Rektosigmoid

Die Ruheaktivitäten im Rektosigmoid waren gekennzeichnet durch schnelle Fluktuationen (siehe Abb. , Typ I) mit einer Frequenz von 22,5/min (16 - 30/min) und einer Amplitude von 1,1 mmHg (0,5 - 2 mmHg). Sie waren immer zu finden. In 58 % der Fälle wurden Wellen registriert mit einer Frequenz von 5,6/min (3 - 8/min) und einer durchschnittlichen Amplitude von 2,5 mmHg.

Rektum

Die Ruheaktivität des Rektums ist gekennzeichnet durch Fluktuationen mit einer Frequenz von 18 - 30/min (MW = 23,3) und einer Amplitude von 0,75 - 2 mmHg (MW = 1,36). Diese Fluktuationen bewegen sich gegensinnig zu denen im Rektosigmoid. In 67 % der Fälle konnten Wellen mit einer Frequenz von 3 - 8/min (MW = 6) und einer Amplitude von durchschnittlich 3 mmHg beobachtet werden.

Anorektum

Im Anorektum fanden wir Fluktuationen mit einer Frequenz von 15 - 30/min (MW = 22) und einer Amplitude von 2 - 6 mmHg (MW = 4,5). Anorektale Wellen wurden in 37 % der Fälle beobachtet und hatten eine durchschnittliche Amplitude von 9,3 mmHg. Das Anorektum zeigte ein dem Rektum inverses Verhalten (Siehe Abb.24).
Einen Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren zeigt die Tabelle 7.

RUHEWERTE IM REKTOSIGMOID

Autor	Ruhedruck in [mm Hg]	hochfreq Aktivit		Wellen		Wellen in % der Fälle	Methode
		A	f	A	f		
Holschneider	4 ± 2	1 - 2	25		2	24	open - tip
Zeiser / Riedl	5,5 ± 3	1,136 0,5 - 2	22,5 16-30	2,5	5,9 3 - 8	58	Tip - Manometer

RUHEWERTE IM REKTUM

Autor	Ruhedruck in [mm Hg]	hochfreq Aktivit		Wellen		Wellen in % d. Fälle	Compliance ml/mm Hg	Methode
		A	f	A	f			
Holschneider	7,5 ± 2,5	1 - 2	25	5 ± 2	4	40	5 - 7	open - tip
Arhan +	6,33 ± 1,8							Ballonsonde
Lawson +	5,45 ± 11,8		+					Ballonsonde
Schärli	7,6 5 - 11					doppelt so häufig wie im RS		open - tip
Kerremans			+	4,35	2			Ballonsonde
Aaronson +						13		Ballonsonde
Eisner							2,5 - 10	Ballonsonde
Zeiser / Riedl	0,6 ± 2,8	1,36 0,75 - 2	23,3 18 - 30	3,0	6,0 3 - 8	67		Tip - Manometer

RUHEWERTE IM ANOREKTUM

Autor	Ruhedruck mm / Hg		hochfreq. Aktivit.		Wellen		Methode
	1 cm	2 cm	A	f	A	f	
Holschneider	15		1,5 - 5	12 - 16	5 ± 2	30-80 sec.	open - tip
Aaronson - Lawson +	34,5 29,1 - 52,1		7,3 - 12,7	10 - 13			Ballonsonde
Howard +	< 27,3			12 - 20			Ballonsonde
Schärli	25 20 - 34		2 - 5	7,5	3 - 8	alle 40-70 sec.	open - tip
Arhan +	51,6 ± 12,7	46 ± 5,4					Ballonsonde
Willital	18,6 ± 3,8 30 ± 6,8	16,7 ± 2,9 23,8 ± 6,1					Ballonsonde
Eisner		45 - 65					Ballonsonde
Zeiser - Riedl	57,6 ± 14,9	34,7 ± 10,7	4,5 2 - 6	22 15-30	9,33		Tip - Manometer

Tabelle 7: Die Tabelle zeigt einen Vergleich der Ergebnisse verschiedener Autoren mit den Ergebnissen mit Tip-Manometern.

A : Amplitude (mmHg)

f : Frequenz (1/min)

Die mit + gekennzeichneten Werte sind ursprünglich in cm H_2O angegeben und wurden von uns wegen der besseren Vergleichsmöglichkeiten in mmHg umgerechnet.

Bei Zeiser/Riedl: n = 43

3. Ballonstimulation: (n = 27)
Probandenzahl: n = 27

a) Stimulation alle 30 sec mit je 10 ml Luft:

Reaktion im Rektosigmoid

In 60,7 % der Fälle konnte eine lokale Reaktion beobachtet werden. Dabei konnte der Druck sowohl abfallen als auch - im überwiegenden Teil - geringfügig ansteigen. Wir können nicht ausschließen, daß dies eventuell ein Artefakt ist, der durch die mechanische Verlagerung des Rektosigmoidalkatheters durch den sich aufblähenden Ballon verursacht wird.

In 14,8 % der Fälle konnten jedoch eindeutig Wellen identifiziert werden. Diese traten mit einer durchschnittlichen Frequenz von 2,6/min (1 - 4/min) und einer durchschnittlichen Amplitude von 3,15 mmHg (1 - 7 mmHg) auf. In 10 % der Fälle waren diese Wellen auch im Rektum nachweisbar.

Reaktion im Rektum

Das Rektum reagierte auf die Stimulation mit dem Ballon mit einem Druckanstieg von durchschnittlich 4,9 mmHg (2,5 - 14,5 mmHg). Dies war in 56,3 % der Fälle sichtbar. Nach durchschnittlich 11,8 sec (6 - 30 sec) war die Ausgangslage wieder erreicht. In 12 % der Fälle wurden Wellen nur im Rektum ausgelöst.

Reaktion im Anorektum

2 - 3 sec nach der Stimulation kommt es im Anorektum zu einem Druckabfall von durchschnittlich 24 mmHg (11,5 - 45 mmHg). Die Tiefe der Relaxation beim einzelnen Patienten muß in Relation zu seinem Ruhedruckwert im Anorektum gesehen werden. Gelegentlich ist vor dem Druckabfall eine kleine Kontraktionszacke zu beobachten. Beim Abfall sistieren die Fluktuationen, um beim Anstieg wieder aufzutreten.

Die Dauer des Druckabfalls war durchschnittlich 2,9 sec (2 - 5 sec), seine Steilheit betrug 9,1 mmHg/sec (4,1 - 16,25 mmHg/sec). Der Wiederanstieg dauerte 7,5 sec (4 - 13 sec), seine Steilheit betrug 2,8 mmHg/sec (1 - 4,35 mmHg/sec). Die Dauer der gesamten Reaktion war 10,6 sec (5 - 16 sec), (siehe Abb. 23).

b) Stimulation alle 10 sec mit je 10 ml Luft:

Reaktion im Rektosigmoid

Auch hier kam es zu Reaktionen wie unter a). Wellen konnten wegen der schnellen Stimulationsfolge nicht beobachtet werden.

Reaktion im Rektum

Im Rektum konnte ein stufenförmiger Druckanstieg beobachtet werden.

Reaktion im Anorektum

Durch die schnelle Stimulationsfolge kann das Anorektum zwischen den einzelnen Stimulationen nicht auf seinen Ausgangswert zurückkehren. Es kommt zu einem stufen-

Abb. 24: Verhalten von Rektosigmoid, Rektum und Anorektum bei Stimulation mit dem Ballon alle 30 sec je 10 ml.

Vor der Stimulation mit dem Ballon ist das Verhalten von Rektosigmoid, Rektum und Anorektum in Ruhe zu sehen, Rektosigmoid und Rektum zeigen Fluktuationen und kleinamplitudige Wellen. Im Anorektum sind Spontanrelaxationen zu beobachten. Bei der Ballonstimulation des Rektums kommt es zu den typischen Relaxationen im Anorektum. Die kleinen Dreiecke kennzeichnen den Zeitpunkt der Instillation von 10 ml Luft in den Ballon.

förmigen, volumenabhängigen Druckabfall.

Die Dauer des Druckabfalls betrug 2,6 sec (2 - 5 sec), seine jeweilige Steilheit war 8,7 mmHg/sec (3,2 - 17,5 mmHg/sec). Die Tiefe der Relaxation, gemessen vom jeweiligen Ausgangswert, blieb relativ konstant und betrug durchschnittlich 19,5 mmHg (8 - 35,5 mmHg) (siehe Abb. 24).

c) Stimulation mit 50 ml Luft:

Reaktion im Rektosigmoid

In 76,2 % der Fälle resultierte ein Druckanstieg von durchschnittlich 7 mmHg (4 - 20 mmHg). Der Ausgangswert war nach 13 sec (4 - 27 sec) wieder erreicht.
Nur in zwei Fällen wurden Wellen mit einer Amplitude von 3,1 mmHg ausgelöst. In einem Fall war die Welle propulsiv; sie hatte eine Amplitude von 4 mmHg.

Reaktion im Rektum

In 76,2 % der Fälle war ein mit dem Anstieg im Rektosigmoid parallellaufender Druckanstieg von durchschnittlich 7 mmHg (4 - 27 mmHg) zu beobachten. Der Ausgangswert war nach 12 sec (7 - 30 sec) wieder erreicht. Die propulsive Welle hatte eine Höhe von 7 mmHg.

Reaktion im Anorektum

2 - 3 sec nach Stimulation kommt es zu einer Relaxation von 47,5 mmHg (20 - 80,5 mmHg) Tiefe. Der Druckabfall dauerte 5 sec (3 - 11 sec) und hatte eine Steilheit von 7,55 mmHg/sec (2,9 - 17,7 mmHg/sec). Der Wiederanstieg dauerte 13 sec (5 - 17 sec) und hatte eine Steilheit von 2,2 mmHg/sec (1,2 - 6,0 mmHg/sec). Die Gesamtdauer der Reaktion war 17 sec (10 - 28 sec) (siehe Abb. 25).

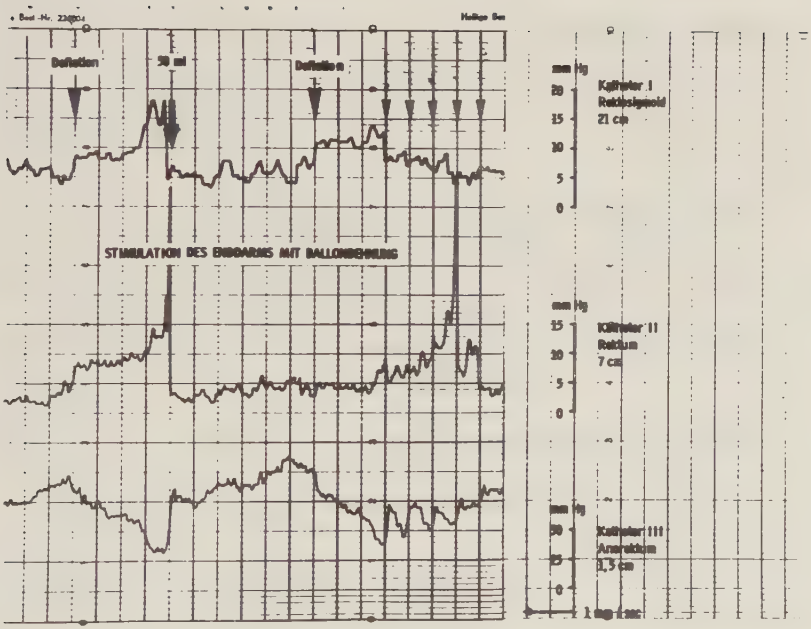


Abb. 25: Verhalten von Rektosigmoid, Rektum und Anorektum bei Ballonstimulation alle 10 sec je 10 ml, Stimulation mit 50 ml und bei der Deflation des Ballons.

Bei der Stimulation alle 10 sec mit 10 ml Luft in den Ballon kommt es zu volumenabhängigen, stufenförmigen Relaxationen. Bei der Deflation des Ballons zu einer Kontinenzreaktion. Die kleinen Dreiecke kennzeichnen den Zeitpunkt der Stimulation.

d) Deflation des Ballons:

Reaktion im Rektosigmoid

Bei der schnellen Deflation kam es zu einem Druckabfall mit schneller Rückkehr zum Ausgangswert. Gelegentlich blieb der Druck auch erniedrigt. Dies war während der Untersuchung bei keinem Patienten konstant.

Reaktion im Rektum

Auch hier kam es zu einem Druckabfall mit raschem Wiederanstieg auf den Ausgangswert.

Reaktion im Anorektum

Das Anorektum reagierte in 71,6 % der Fälle mit einem raschen Druckanstieg, wobei zumeist der Druck kurze Zeit erhöht blieb, um dann auf den alten Ausgangswert zurückzukehren. (Siehe Abb. 25).

e) Vergleich mit anderen Autoren:

Einen Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren zeigt Tabelle 8.

REAKTIONEN IM REKTOSIGMOID

Autor	propulsive Wellen	Methode
Holschneider	10 % der Fälle	open-tip
Schärli	5 % der Fälle	open-tip
Willital Zeiser/Riedl	10 % der Fälle	Tip-Manometer

REAKTIONEN IM REKTUM

Autor	segmentale Kontraktionen Dauer (sec)	Höhe (mmHg)	Methode
Aaronson	15 - 20		Ballonsonde
Arhan		5,23 ± 0,72	Ballonsonde
Howard	12 - 20		Ballonsonde
Holschneider	60		open-tip
Schärli	30 -120		open-tip
Willital Zeiser/Riedl	11,8 (6-30)	4,9 (2,5 - 14,5)	Tip-Manometer

Tabelle 8: Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren

Tabelle 8: Fortsetzung

REAKTIONEN IM ANOREKTUM

Autor	Schwellenwert (ml)	Tiefe der Relaxation (mmHg)	Zeit n. Stim. (sec)	Dauer d. Reaktion (sec)	Deflationsreaktion	Methode
Aaronson	15 - 25	13,6-18,2		15-20	+	Ballonsonde
Lawson		14,5-34,5			+	Ballonsonde
Willital		9,0 ± 3,7	1 1/2			Ballonsonde
Eisner		15 -40	2 - 3			Ballonsonde
Holschneider	5 - 10	10 ± 5		5-10		open-tip
Schärli		5 -15				open-tip
Willital Zeiser/Riedl	10	Stimulation mit 10 ml Luft alle 30 sec.				
		24 (11,5-45)	2 - 3	10,6 (5-16)	+	Tip-Manometer
		Stimulation mit 10 ml Luft alle 10 sec.				
		19,5 (8-35,5)			+	
		Stimulation mit 50 ml Luft				
		47,5 (20-80,5)	2 - 3	17 (10-28)	+	

Simulierung eines Bolus durch Luftinstillation in einen im Rektum gelegenen Ballon. Zusammenstellung der beobachteten Reaktionen in Rektosigmoid, Rektum und Anorektum, wie sie von verschiedenen Autoren beschrieben werden.
Bei Zeiser/Riedl: Angegeben wird der Mittelwert der Mediane von 27 Patienten. In Klammern wird der niedrigste und der höchste Median angegeben.

4. Stimulation mit freier Luft im Rektosigmoid (n = 27)
(Siehe Abb. 26)

a) Stimulation alle 30 sec mit je 10 ml Luft

Reaktion im Rektosigmoid

In 70,8 % der Fälle konnte eine lokale Reaktion beobachtet werden. Diese bestand aus einem raschen Druckanstieg mit anschließendem Abfall. Die Basallinie blieb danach in 33,7 % der Fälle erhöht. Die Dauer der Reaktion war durchschnittlich 12,5 sec (5 - 30 sec), die durchschnittliche Höhe 4,6 mmHg (1,5 - 11,25 mmHg).
In 19 % der Fälle folgten der lokalen Reaktion durchschnittlich 2,4 Wellen (1 - 4) mit einer Amplitude von 5,4 mmHg (2 - 9,35). In 13,33 % der Fälle konnten diese Wellen im Rektum nachgewiesen werden.

Reaktion im Rektum

2 - 3 sec nach Injektion der Luft ins Rektosigmoid konnten in 71,9 % der Fälle Reaktionen im Rektum beobachtet werden. Diese bestanden aus einem Druckanstieg von durchschnittlich 3,2 mmHg (1 - 6,5 mmHg) Höhe. Nach durchschnittlich 13,9 sec (5 - 30 sec) war wieder eine Ruhelage erreicht, die in 29,2 % der Fälle über dem Ausgangswert lag.
Die aus dem Rektosigmoid ankommenden propulsiven Wellen hatten eine durchschnittliche Höhe von 4,35 mmHg (2,75 - 5 mmHg) und traten mit einer Frequenz von 3,7/min (2 - 6/min) auf (siehe Abb. 26).

Reaktion im Anorektum

2 - 3 sec nach Stimulation kommt es im Anorektum zu einem durchschnittlichen Druckabfall von 20,9 mmHg (9 - 38,5 mmHg). Die Dauer des Abfalls war durchschnittlich 2,6 sec (1,75 - 3,25 sec); die Steilheit betrug 9,0 mmHg/sec (3,15 - 16 mmHg/sec). Der Wiederanstieg dauerte durchschnittlich 7,0 sec (4 - 14 sec); seine Steilheit betrug 3,1 mmHg/sec (1,6 - 5,75 mmHg/sec). Die Dauer der gesamten Reaktion war 9,8 sec (5,5 - 16 sec). Die Form der Relaxationen war der der Ballonstimulation ähnlich (siehe Abb. 27).

b) Stimulation alle 10 sec mit je 10 ml Luft

Reaktion im Rektosigmoid

Auch hier kam es zu lokalen Reaktionen, deren Ablauf durch die schnelle Stimulationsfolge jedoch unvollständig war. Aus dem gleichen Grunde konnten auch keine Wellen beobachtet werden. Gelegentlich kam es zu einem stufenförmigen Druckanstieg.

Reaktion im Rektum

Im Rektum konnte jeweils ein Druckanstieg beobachtet werden, dessen zeitlicher Ablauf durch die schnelle Injektionsfolge gestört war. Ähnlich wie im Rektosigmoid konnte auch hier ein stufenförmiger Druckanstieg beobachtet werden.

Reaktion im Anorektum

Es kommt zu einem volumenabhängigen stufenförmigen Druckabfall von, gemessen am jeweiligen Ausgangswert, durchschnittlich 19,3 mmHg (8,5 - 29,5 mmHg). Die Dauer des Abfalls betrug 2,4 sec (1,5 - 4 sec), seine Steilheit 8,5 mmHg/sec (3,1 - 14,75 mmHg/sec).
(Siehe Abb. 27).

c) Stimulation mit 50 ml freier Luft

Reaktion im Rektosigmoid

In 81 % der Fälle resultierte ein Druckanstieg von durchschnittlich 6 mmHg (2 - 13,5 mmHg). Die Ruhelage war nach durchschnittlich 15 sec (10 - 47 sec) wieder erreicht. In einem Fall wurde eine Serie von 6 Wellen mit einer Amplitude von 3 mmHg ausgelöst (siehe Abb. 26).

Reaktion im Rektum

Ein Druckanstieg von durchschnittlich 6 mmHg (2,5 - 16,4 mmHg) Höhe war in 71,4 % der Fälle 2 - 3 sec nach der Stimulation zu beobachten. Die Ruhelage stellte sich nach durchschnittlich 25 sec (8 - 40 sec) wieder ein. Der Basaldruck (BD) blieb erhöht. In einem Fall konnte zusätzlich eine Welle mit einer Höhe von 11 mmHg Höhe beobachtet werden.

Reaktion im Anorektum

2 - 3 sec nach Stimulation kommt es zu einem Druckabfall von durchschnittlich 35 mmHg (11,5 - 55 mmHg). Die Dauer des Abfalls beträgt 5 sec (2 - 12 sec), seine Steilheit 6,9 mmHg/sec (2,7 - 13,3 mmHg/sec). Die Dauer des

Wiederanstiegs beträgt 12 sec (6 - 24 sec); die Steilheit ist 2,9 mmHg/sec (1,6 - 7,8 mmHg/sec). Die Gesamtdauer der Relaxation beträgt 18 sec (12 - 30 sec).
Nach der Stimulation mit 50 ml Luft, also nach einer instillierten Gesamtmenge von 150 ml, kehrt das Anorektum nicht wieder auf seinen ursprünglichen Basaldruck zurück. Es kommt vermehrt zu tiefen Spontanrelaxationen; die Fluktuationen sind verstärkt (siehe Abb. 27).

d) Aspiration der Luft aus dem Rektum

Nach der Aspiration von durchschnittlich 110 ml Luft aus dem Rektum kam es im

Rektosigmoid

zu einem Druckabfall, dessen Dauer abhängig von der Dauer der Aspiration war. Anschließend stellte sich in etwa die gleiche Ausgangslage wie vor dem Versuch 4 ein.

Rektum

ebenfalls zu einem Druckabfall, dessen Dauer abhängig von der Dauer der Aspiration war.

Anorektum

sofort zu einem raschen Druckanstieg auf ein über dem Ausgangswert liegendes Niveau. Anschließend stellte sich wieder die Ruhelage ein (siehe Abb. 27).

e) Vergleich mit anderen Autoren (siehe Tabelle 9).

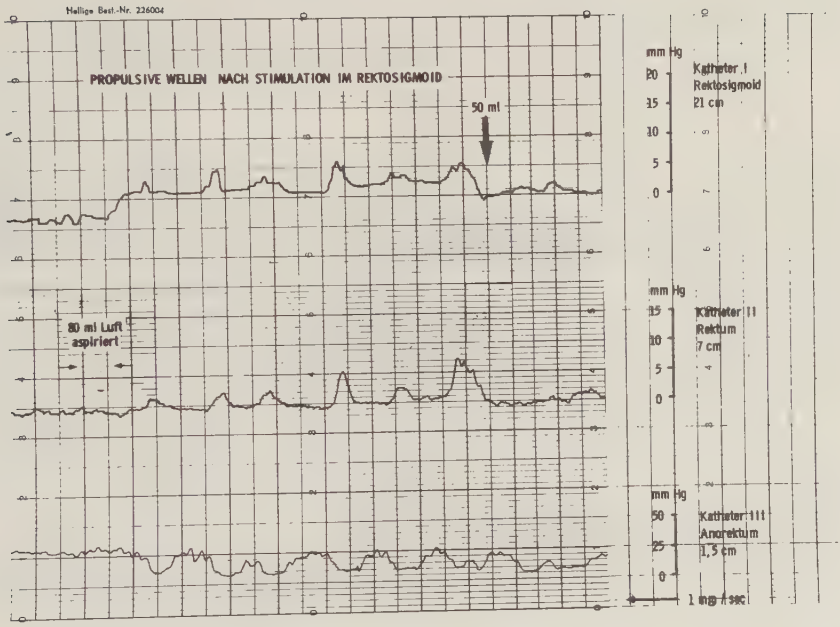


Abb. 26: Verhalten von Rektosigmoid, Rektum und Anorektum bei Stimulation mit 50 ml freier Luft im Rektosigmoid.

Durch die Stimulation wurden 6 Wellen im Rektosigmoid ausgelöst, die ins Rektum weitergeleitet wurden. Im Anorektum sind den Wellen jeweils Relaxationen zugeordnet.

Durch die Aspiration von 80 ml Luft aus dem Rektum kommt es zum Sistieren der Wellen und Relaxationen.

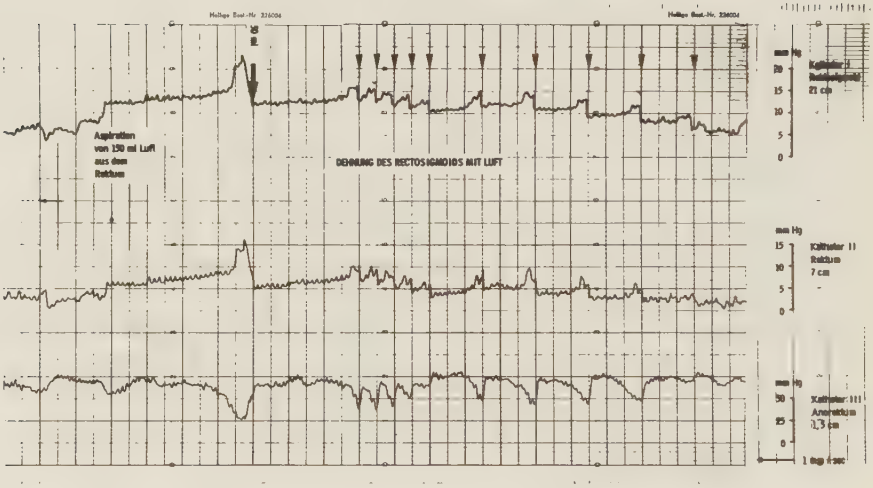


Abb. 27: Verhalten von Rektosigmoid, Rektum und Anorektum bei der Stimulation mit freier Luft im Rektosigmoid sowie anschließender Aspiration der Luft aus dem Rektum.
Auf die Dehnung des Rektosigmoids mit freier Luft reagiert das Anorektum mit einer Relaxation. Im Rektum kommt es zu einer Adaptationsreaktion: dem schnellen Druckanstieg folgt ein langsamer Druckabfall. Das Verhältnis Druck zu instilliertem Volumen bezeichnet man als Compliance.
Die kleinen Dreiecke kennzeichnen den Zeitpunkt der Instillation von jeweils 10 ml freier Luft in das Rektosigmoid.

REAKTIONEN IM REKTOSIGMOID

Autor	lokale Reaktion Dauer	Amplitude	% der Fälle	erhöhte Basallinie in % der Fälle	propulsive Wellen in % der Fälle
Holschneider	10 ± 5	5 ± 2,5	63	33	32
Schärli	5 -15	5 - 10	65	25	15
Willital Zeiser/Riedl	12,5 (5-30)	4,6 (1,5-11,25)	70,8	33,7	13,33

REAKTIONEN IM ANOREKTUM

Autor	Druckabfall (mmHg)	Dauer der Reaktion (sec)
Holschneider	10 ± 5	20 ± 10
Willital Zeiser/Riedl	Stimulation mit 10 ml Luft alle 30 sec 20,9 (9 - 38,5)	9,8 (5,5 - 16)
	Stimulation mit 10 ml Luft alle 10 sec 19,3 (8,5 - 29,5)	-
	Stimulation mit 50 ml Luft : 35 (11,5 - 55)	18 (12 - 30)

Tabelle 9: Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren.

Vergleichbare Werte für Reaktionen im Rektum werden von anderen Autoren nicht angegeben. Simulierung ankommender Gasmengen bzw. Druckwellen im Rektosigmoid; Reaktion darauf im Anorektum.
Erlanger Ergebnisse: Angegeben werden die Mittelwerte der Mediane von 27 Patienten. In Klammern wird der niedrigste und der höchste Median angegeben.

5. Stimulation mit freier Luft im Rektum (n = 27)

a) Stimulation alle 30 sec mit je 10 ml

Reaktion im Rektosigmoid

2,2 sec nach der Stimulation konnte in 46,2 % der Fälle eine lokale Reaktion von durchschnittlich 9,9 sec (5 - 16 sec) Dauer beobachtet werden. Die durchschnittliche Höhe des Druckanstiegs war 2,6 mmHg (1,2 - 4 mmHg). Die Basallinie blieb in 21,5 % der Fälle erhöht.

Reaktion im Rektum

In 64,6 % der Fälle kam es zu einer lokalen Reaktion von durchschnittlich 11,1 sec (7 - 22,5 sec) Dauer und 3,5 mmHg (2,5 - 6,3 mmHg) Höhe. Der Endwert der Reaktion lag in 32,3 % der Fälle höher als der Ausgangswert; es schloß sich eine Adaptationsreaktion an.

Reaktion im Anorektum

2 - 3 sec nach der Stimulation relaxiert das Anorektum um durchschnittlich 21,3 mmHg (11,25 - 31 mmHg). Die Dauer des Abfalls war 2,8 sec (1,5 - 5,5 sec), seine Steilheit 8,4 mmHg/sec (3,1 - 11,25 mmHg/sec). Der Wiederanstieg dauerte 7,8 sec (5,25 - 12 sec), seine Steilheit war 2,6 mmHg/sec (1,2 - 3,7 mmHg/sec). Die Gesamtdauer der Reaktion war 10,1 sec (5,5 - 15 sec). (Siehe Abb. 28).

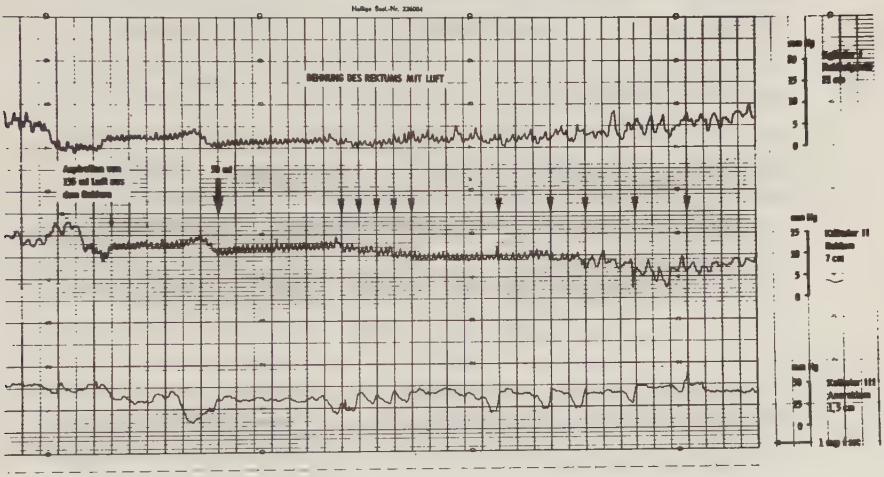


Abb. 28: Verhalten von Anorektum, Rektum und Rektosigmoid bei Stimulation mit freier Luft ins Rektum, sowie anschließender Aspiration der Luft aus dem Rektum.

Die Stimulation des Rektums mit freier Luft führt zu Relaxationen im Anorektum. Die kleinen Dreiecke markieren den Zeitpunkt der Stimulation mit jeweils 10 ml freier Luft ins Rektum.

b) Stimulation alle 10 sec mit je 10 ml Luft

Reaktion im Rektosigmoid

Durch die schnelle Stimulationsfolge war eine Zuordnung der beobachteten Reaktionen zur einzelnen Injektion nicht möglich (siehe Abb. 28).

Reaktion im Rektum

Es kam zu einem stufenförmigen Druckanstieg mit Adaptationsreaktion, anschließend an die letzte Injektion.

Reaktion im Anorektum

Es kommt zu einem stufenförmigen volumenabhängigen Druckabfall von durchschnittlich 16,1 mmHg (7,5 - 24,5 mmHg), gemessen an der jeweiligen Ausgangslage. Die Dauer des Abfalls ist 2,3 sec (1 - 4 sec), seine Steilheit 6,8 mmHg/sec (3,15 - 10 mmHg/sec).
(Siehe Abb. 28).

c) Stimulation mit 50 ml freier Luft im Rektum

Reaktion im Rektosigmoid

In 88,9 % der Fälle reagierte das Rektosigmoid mit einem Druckanstieg von durchschnittlich 6,25 mmHg (2,5 - 12,5 mmHg). Die Dauer der Reaktion war 19 sec (10 - 40 sec). In einem Fall wurde eine Serie von 7 Wellen mit einer Amplitude von 7 mmHg ausgelöst. Diese entsprachen Wellen, die beim gleichen Patienten auch im Rektum sichtbar waren.

Reaktion im Rektum

Eine deutliche lokale Reaktion konnte in 77,8 % der Fälle registriert werden. Die Dauer der Reaktion war 22 sec

(10 - 30 sec), die Höhe des Druckanstiegs 6,75 mmHg (3,5 - 9,5 mmHg). Der Endwert der Reaktion war höher als ihr Ausgangswert; es schloß sich eine Adaptationsreaktion an.

Reaktion im Anorektum

2 - 3 sec nach Stimulation kommt es zu einem Druckabfall von durchschnittlich 35 mmHg (14 - 55 mmHg). Die Dauer des Abfalls war 4,5 sec (2 - 6 sec), seine Steilheit 8,6 mmHg/sec (2,1 - 17,5 mmHg/sec). Der Wiederanstieg dauerte 12,8 sec (7 - 23 sec); seine Steilheit war 2,7 mmHg/sec (1 - 5,5 mmHg/sec). Die Gesamtdauer der Relaxation betrug 19 sec (10 - 27 sec).
Die Basallinie kehrte nicht wieder auf ihren ursprünglichen Wert zurück. Die Fluktuationen waren verstärkt. Es folgten vermehrt Spontanrelaxationen (siehe Abb. 28).

d) Aspiration von Luft aus dem Rektum

Nach der Aspiration von durchschnittlich 90 ml Luft aus dem Rektum kam es in Rektosigmoid, Rektum und Anorektum zu den gleichen Reaktionen, die bereits unter 4 d) beschrieben wurden.
Der Basaldruck lag jedoch jetzt, nach Ablauf des gesamten Untersuchungsprogramms, in jedem Fall niedriger als der Basaldruck vor Beginn der Untersuchung.

e) Vergleich mit anderen Autoren

Dieser Versuch wurde von anderen Autoren nicht beschrieben.

6. Zusammenstellung der Ergebnisse

Einen Überblick über alle Ergebnisse, gefunden an anorektal gesunden Kindern, gibt die Tabelle 10.

REAKTIONEN DES REKTOSIGMOIDS :

	LUFTINSTILLATION ALLE 30 SEC MIT JE 10 ml							LUFTINSTILLATION MIT 50 ml		
	lokale Reaktion			Wellen				lokale Reaktion		
				lokal			propulsiv			
	Häufigkeit in %d. Fälle	Dauer der Reaktion [sec]	Druck-anstieg in [mm Hg]	Häufigkeit in %d. Fälle	Frequenz [1 min]	Amplitude [mm Hg]	Häufigkeit in %d. Fälle	Häufigkeit in %d Fälle	Dauer der Reaktion [sec]	Druckanstieg [mm Hg]
Luftinstillation in den Ballon	60,7			14,8		3,15	10	76,2	13 (4 - 27)	7 (4 - 20)
Instillation freier Luft ins Rektosigmoid	70,8	12,5 (5 - 30)	4,6 (1,5 - 11,25)	19	2,4	5,4	13,33	81	15	6 (2 - 13,5)
Instillation freier Luft ins Rektum	46,2	9,9 (5 - 15)	2,6 (1,2 - 4)					88,9	19 (10 - 40)	6,25 (2,5 - 12,5)

REAKTIONEN DES REKTUMS :

	LUFTINSTILLATION ALLE 30 SEC MIT JE 10 ml							LUFTINSTILLATION MIT 50 ml		
	lokale Reaktion			Wellen				lokale Reaktion		
				lokal	propulsiv					
	Häufigkeit in %d. Fälle	Dauer der Reaktion [sec]	Druck-anstieg in [mm Hg]	Häufigkeit in %d. Fälle	Häufigkeit in %d. Fälle	Frequenz [1 min]	Amplitude [mm Hg]	Häufigkeit in %d. Fälle	Dauer der Reaktion [sec]	Druckanstieg [mm Hg]
Luftinstillation in den Ballon	56,3	11,8 (6 - 30)	4,9 (2,5 - 14,5)	12	10			76,2	12 (7 - 30)	7 (4 - 27)
Instillation freier Luft ins Rektosigmoid	71,9	13,9 (5 - 30)	3,2 (1 - 6,5)		13,33	3,7 (2 - 6)	4,35 (2,75 - 5)	71,4	25 (8 - 40)	6 (2,5 - 16,4)
Instillation freier Luft ins Rektum	64,6	11,1 (7 - 22,5)	3,5 (2,5 - 6,3)					77,8	22 (10 - 30)	6,75 (3,5 - 9,5)

Tabelle 10: Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse an 27 anorektal gesunden Kindern.

REAKTIONEN DES ANOREKTUMS:

	LUFTINSTILLATION ALLE 30 SEC JE 10 ml					
	DRUCKABFALL			DRUCKANSTIEG		GESAMTDAUER
	[mm Hg]	Dauer [sec]	Steilheit [mm/Hg]	Dauer [sec]	Steilheit [mm Hg/sec]	[sec]
Luftinstillation in den Ballon	24 (11,5 - 45)	2,9 (2 - 5)	9,1 (4,1 - 16,25)	7,5 (4 - 13)	2,8 (1 - 4,35)	10,6 (5 - 16)
Instillation freier Luft ins Rektosigmoid	20,9 (9 - 38,5)	2,6 (1,75 - 3,25)	9,0 (3,15 - 16)	7,0 (4 - 14)	3,1 (1,6 - 5,75)	9,8 (5,5 - 16)
Instillation freier Luft ins Rektum	21,3 (11,25 - 31)	2,8 (1,5 - 5,5)	8,4 (3,1 - 11,25)	7,8 (5,25 - 12)	2,6 (1,2 - 3,7)	10,1 (5,5 - 15)

	LUFTINSTILLATION ALLE 10 SEC. MIT JE 10 ml		
	DRUCKABFALL		
	[mm Hg]	Dauer [sec]	Steilheit [mm Hg/sec]
Luftinstillation in den Ballon	19,5 (8 - 35,5)	2,6 (2 - 5)	8,7 (3,2 - 17,5)
Instillation freier Luft ins Rektosigmoid	19,3 (8,5 - 29,5)	2,4 (1,5 - 4)	8,5 (3,1 - 14,75)
Instillation freier Luft ins Rektum	16,1 (7,5 - 24,5)	2,3 (1 - 4)	6,8 (3,15 - 10)

	LUFTINSTILLATION MIT 50 ml					
	DRUCKABFALL			DRUCKANSTIEG		GESAMTDAUER
	[mm Hg]	Dauer [sec]	Steilheit [mm Hg/sec]	Dauer [sec]	Steilheit [mm Hg/sec]	[sec]
Luftinstillation in den Ballon	47,5 (20 - 80,5)	5 (3 - 11)	7,55 (2,9 - 17,7)	13 (5 - 17)	2,2 (1,2 - 6)	17 (10 - 28)
Instillation freier Luft ins Rektosigmoid	35 (11,5 - 55)	5 (2 - 12)	6,9 (2,7 - 13,3)	12 6 - 24	2,9 (1,6 - 7,8)	18 (12 - 30)
Instillation freier Luft ins Rektum	35 (14 - 55)	4,5 (2 - 6)	8,6 (2,1 - 17,5)	12,8 (7 - 23)	2,7 (1,0 - 5,5)	19 (10 - 27)

Fortsetzung von Tab. 10:

B. Pathologische Verhältnisse

Zur Überprüfung der Brauchbarkeit der anorektalen Katheteruntersuchung in der Klinik wurden 38 Untersuchungen an 23 Kindern durchgeführt.
Untersucht wurden:

1. Obstipation mit Überfließinkontinenz bei Sigma elongatum (7 Fälle).
2. Chronische Obstipation
   a) psychogene Obstipation (1 Fall)
   b) Analsphinkterachalasie (1 Fall)
   c) rektales Inertiasyndrom (1 Fall)
3. Morbus Hirschsprung (4 Fälle)
4. Untersuchungen zur Klärung der Kontinenzlage (6 Fälle)
5. Funktionsprüfungen nach Operationen im Enddarmbereich (3 Fälle)
6. Besondere Beobachtungen.

1. Obstipation mit Überlaufinkontinenz bei Sigma elongatum

Vorbemerkung

Das Sigma elongatum ist eine angeborene, stark verlängerte Sigmaschlinge. Kantor (42) fand in 69 % seiner Patienten mit verlängertem Sigma eine bis zur Geburt zurückreichende Obstipation. Die Obstipation wird der Mehreindickung des Stuhls durch die längere Verweildauer im verlängerten Sigma zugeschrieben. Es treten oft beschwerdefreie Intervalle von mehreren Wochen auf.

Manometrische Ergebnisse:

a) Das anorektosigmoidale Ruhedruckprofil.

Bei einem Kind wurden Druckprofile bei der Einlieferung sowie während der stationären Behandlung, die regelmäßige wash outs beinhaltete, durchgeführt. Dabei fand sich im ungereinigten Zustand ein Druck von maximal 15,7 mmHg im Anorektum; der höchste Wert, im Sigma gemessen, betrug 48,4 mmHg. Im Verlaufe der Behandlung stieg der Druck im Anorektum auf 27,5 mmHg; im Sigma fiel er auf 0 mmHg. Die folgende Tabelle enthält die Mediane der Werte aus 10 Druckprofilen von 7 Kindern mit gereinigtem Enddarm.

cm oberhalb Anokutanlinie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Druck in mmHg n = 10	25,4	17,75	5,5	2,1	1,5	0,5	0,2	0,9	-0,55	-0,5	1,55	1,5	0,6	0,5	1,0

Tabelle 11: Anorektales Druckprofil bei Kindern mit Sigma elongatum und Überfließinkontinenz.

Abbildung 29 zeigt ein Diagramm über diese Werte.

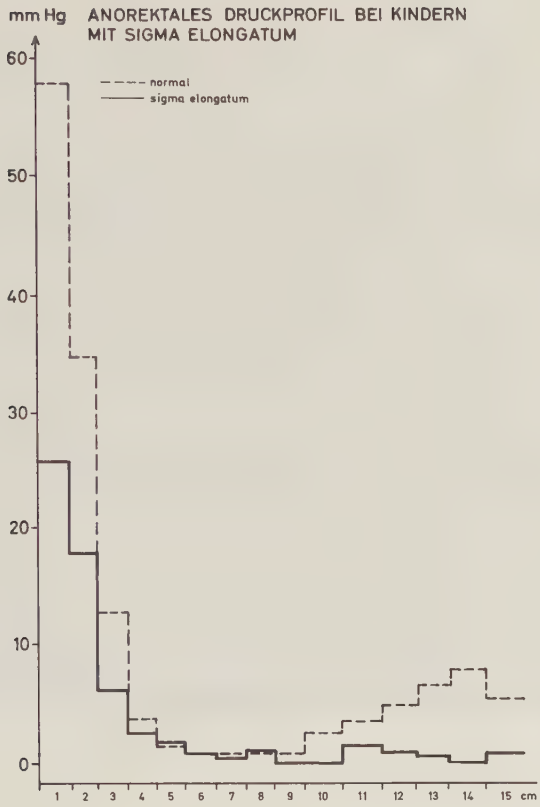


Abb. 29: Anorektales Druckprofil bei Kindern mit Sigma elongatum. Die Abszisse gibt die Entfernung von der Anokutanlinie in cm an. In der Ordinate wurde die Höhe des Druckes nach Tab. 11 eingezeichnet. Gestrichelt die Werte die bei anorektal gesunden Kindern gefunden wurden.

b) Ruheaktivitäten

Bei 11 von 14 durchgeführten Untersuchungen konnten Wellen mit einer Frequenz von durchschnittlich 6/min (1 - 8/min) und einer Amplitude von durchschnittlich 3,3 mmHg (2,2 - 11,2 mmHg) im Rektosigmoid beobachtet werden. Aufgesetzt waren Fluktuationen mit einer Frequenz von durchschnittlich 23/min (20 - 25/min) und einer Amplitude von durchschnittlich 0,8 mmHg (0,2 - 1 mmHg) (siehe Abb. 30).

Das Ruhebild im Rektum war geprägt von schnellen Fluktuationen mit einer Frequenz von durchschnittlich 22/min (13 - 29/min) und einer Amplitude von durchschnittlich 1,2 mmHg (0,2 - 3,3 mmHg). Nur bei 5 der 14 Untersuchungen konnten Wellen mit einer durchschnittlichen Amplitude von 7,1 mmHg (4,3 - 11,8 mmHg) und in einer Anzahl von durchschnittlich 5/min (4 - 6/min) gesehen werden (siehe Abb. 30).

Das Anorektum zeigte Fluktuationen von durchschnittlich 5 mmHg (2 - 6,1 mmHg) Höhe und mit einer Frequenz von durchschnittlich 20/min (16 - 20/min) (siehe Abb. 30). Tabelle 12 vergleicht die Ruhewerte von darmgesunden Kindern mit denen von Kindern mit Sigma elongatum.

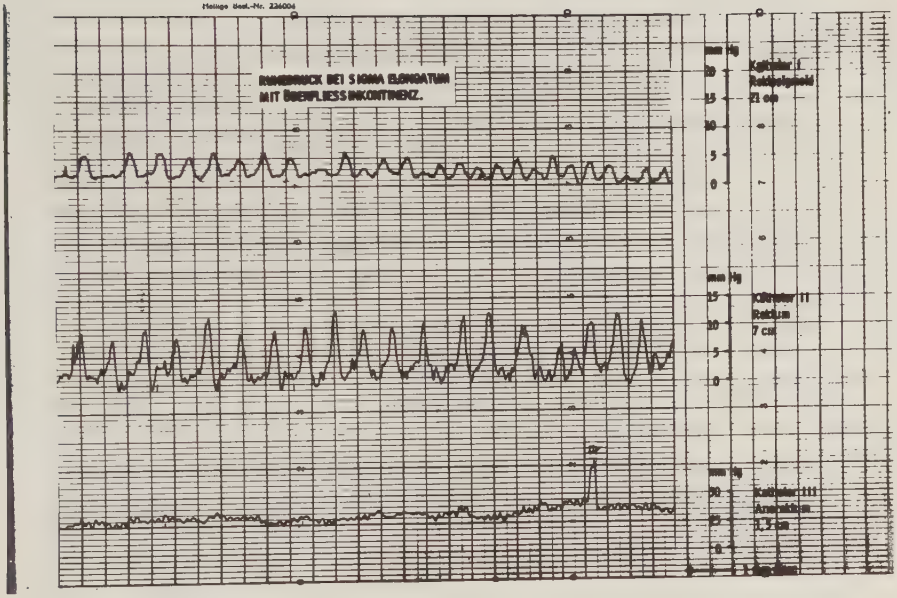


Abb. 30: Ruhedruckprofil bei Sigma elongatum mit Überfließinkontinenz. Vergleiche dazu auf Abb. 23 das Ruheverhalten von darmgesunden Kindern. Vergleiche dazu Punkt 1 und 2 bei der Zusammenfassung.

VERGLEICH DER RUHEWERTE IN REKTOSIGMOID REKTUM
UND ANOREKTUM VON DARMGESUNDEN KINDERN UND KINDERN MIT SIGMA ELONGATUM

Ruhewerte im Rektosigmoid :

	Ruhedruck (mm Hg)	hochfreq. Aktivität A	hochfreq. Aktivität f	Wellen A	Wellen f	Wellenhäufigkeit in % der Fälle
darmgesund	5,5	1,1 (0,5 - 2)	22,5 (16 - 30)	2,5	5,9 (3 - 8)	58
Sigma elongatum	1,0	0,8 (0,2 - 1)	23 (20 - 25)	3,3 (2,2-11,2)	5 (1 - 8)	78,6

Ruhewerte im Rektum :

	Ruhedruck (mm Hg)	hochfreq. Aktivität A	hochfreq. Aktivität f	Wellen A	Wellen f	Wellenhäufigkeit in % der Fälle
darmgesund	0,6	1,36 (0,75-2)	23,3 18 -30)	3,0	6,0 (3 - 8)	67
Sigma elongatum	0,5	1,2 (0,2-3,3)	22 (13-29)	7,1 (4,3-11,8)	5 (4 - 6)	35,7

Ruhewerte im Anorektum :

	(Ruhedruck [mm Hg] 1. cm	2. cm	hochfreq. Aktivit. A	f	
darmgesund	57,6	34,7	4,5 (2-6)	2,2 (15-30)	
Sigma elongatum	25,4	17,75	5 (2-6,1)	20 (16-20)	

Die Werte der darmgesunden Kinder wurden aus Tab. 6. übernommen
Für Sigma elongatum gilt n =14

A : Amplitude [mm Hg] f : Frequenz [1 / min]

Tab. 12: Vergleich der Ruhewerte in Rektosigmoid, Rektum und Anorektum von darmgesunden Kindern und Kindern mit Sigma elongatum.
Die Werte der darmgesunden Kinder wurden aus Tab. 6 übernommen. Für Sigma elongatum gilt n = 14.

A: Amplitude (mmHg)
f: Frequenz (1/min)

c) Ballonstimulation.

Bei 50 % der Stimulationen konnten sowohl im Rektosigmoid als auch im Rektum lokale Reaktionen nachgewiesen werden. Wegen der Wellenhäufigkeit bereits im Ruhezustand konnte nicht festgestellt werden, ob durch die Stimulation Wellen ausgelöst worden waren. Im Verlaufe des Versuchs wurden die Wellenamplituden kleiner, bis, in den meisten Fällen, am Ende der Stimulationsfolge keine spontanen Wellen mehr beobachtet werden konnten. Das Rektosigmoid zeigte sich dann fast ohne Bewegung.

Über die Reaktionen im Anorektum informiert Tabelle 13. In 11 % der Stimulationen konnte keine Relaxation ausgelöst werden.

d) Stimulation mit freier Luft im Rektosigmoid.

Die Antwort auf die Stimulation des Rektosigmoids mit Luft zeigte den deutlichsten Unterschied zu gesunden Kindern. Bei 46,8 % der Stimulationen mit 10 ml alle 30 sec und in 35 % bei den Stimulationen alle 10 sec war keine eindeutig identifizierbare Relaxation nachweisbar. An Relaxationen schloß sich zumeist eine breite Kontinenzreaktion an (siehe Abb. 31). Bei der Stimulation konnte in 29,8 % der Versuche im Sigma eine lokale Reaktion beobachtet werden, im Rektum in 31,6 % der Fälle.
Über die Reaktionen im Anorektum gibt Tabelle 14 Auskunft. Nach der Stimulation mit freier Luft im Rektosigmoid konnten durchschnittlich 50 ml Luft aus dem Rektum aspiriert werden. Eine Reaktion darauf war nur in zwei Fällen sichtbar.

Ballonstimulation mit 10 ml alle	30 sec		10 sec		mit 50 ml	
	Sigma elongatum	darm-gesund	Sigma elongatum	darm-gesund	Sigma elongatum	darm-gesund
Druckabfall in (mmHg)	9,4 (5-15)	24 (11,5-45)	6 (3,5-7,5)	19,5 (8-35,5)	21 (7,5-29,5)	47,5 (20-80,5)
Steilheit des Abfalls in (mm Hg/sec)	2,6 (1,1-5,7)	9,1 (4,1-16,25)	1,7 (0,7-2,2)	8,7 (3,2-17,5)	3,1 (1,25-5,25)	7,55 (2,9-17,7
Steilheit des Wiederanstiegs in (mmHg/sec)	1,8 (0,3-3,75)	2,8 (1-4,35)	-	-	2,7 (0,3-4,3)	2,2 (1,2-6)
Dauer des Abfalls in (sec)	4,9 (3-7)	2,9 (2-5)	3,75 (2-5)	2,6 (2-5)	6 (4-8)	5 (3-11)
Dauer des Anstiegs in (sec)	6 (3,5-8,5)	7,5 (4-13)	-	-	7 (5-16)	13 (5-17)
Gesamtdauer in (sec)	10,1 (7-13,5)	10,6 (5-16)	-	-	14 (10-26)	17 (10-28)

Tab. 13: Überblick über die reflektorische Relaxation des Anorektums bei Sigma elongatum bei Stimulation des Rektums durch einen Ballon.

Mittelwerte der Mediane aus 7 Untersuchungen. In Klammern der niedrigste und höchste Median.

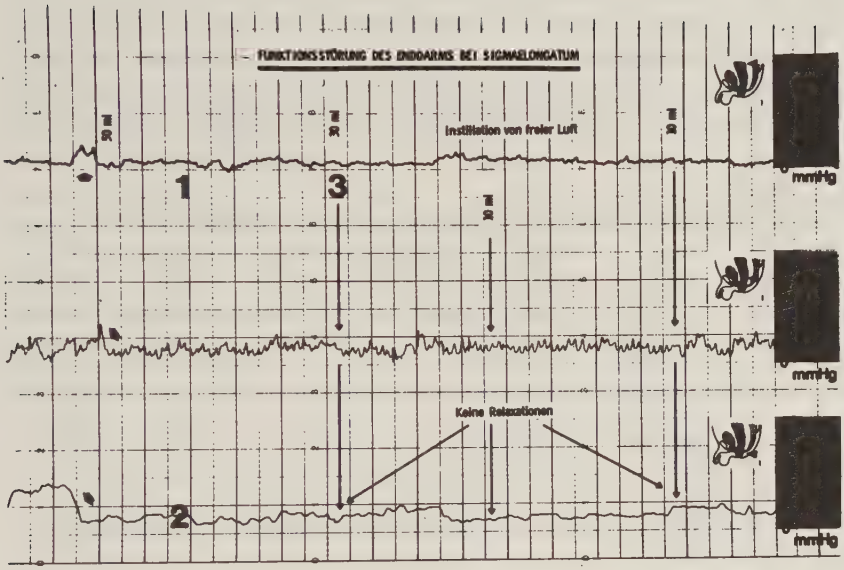


Abb. 31: Funktionsstörung des Enddarms bei Sigma elongatum

Luftinstillation 10 ml alle	30 sec		10 sec		mit 50 ml	
	Sigma elongatum	darm-gesund	Sigma elongatum	darm-gesund	Sigma elongatum	darm-gesund
Druckabfall in (mmHg)	5,8 (10-14,5)	20,9 (9-38,5)	10 (0-20)	19,3 (8,5-29,5)	15 (5-27,5)	35 (14-55)
Steilheit des Abfalls in (mmHg/sec)	1,5 (0-3,6)	9,0 (3,15-16)	2,7 (0-5)	8,5 (3,1-14,75)	1,75 (0,6-5)	6,9 (2,7-13,3)
Steilheit des Wiederanstiegs in (mmHg/sec)	0,75 (0-1,4)	3,1 (1,6-5,75)	-	-	3,0 (0,7-6)	2,9 (1,6-7,8)
Dauer des Abfalls in (sec)	4,1 (3-5,5)	2,6 (1,75-3,25)	3,4 (3-4)	2,4 (1,5-4)	8,0 (3-11)	5 (2-12)
Dauer des Anstiegs (sec)	5,9 (4-9)	7,0 (4-14)	-	-	9,0 (5-17)	12 (6-24)
Gesamtdauer in(sec)	12 (9-16)	9,8 (5,5-16)	-	-	16 (8-28)	18 (12-30)

Mittelwerte der Mediane aus 7 Untersuchungen. In Klammern der niedrigste und der höchste Median.

Tab. 14: Überblick über die reflektorische Relaxation des Anorektums bei Sigma elongatum bei Stimulation mit freier Luft im Rektosigmoid.

c) Stimulation mit freier Luft im Rektum.

Das Einblasen freier Luft ins Rektum verursachte dort in 27,6 % der Versuche eine lokale Reaktion; im Rektosigmoid in 6,9 %. Bei der Stimulation alle 30 sec konnte in 9,1 % der Versuche keine Relaxation gesehen werden. In 15,1 % resultierte eine breite Kontinenzreaktion. Dies konnte auch in einem Fall bei der Stimulation mit 50 ml Luft gesehen werden.

Über die Reaktionen im Anorektum informiert Tabelle 15.

Luftinstillation 10 ml alle	30 sec		10 sec		mit 50 ml	
	Sigma elongatum	darm-gesund	Sigma elongatum	darm-gesund	Sigma elongatum	darm-gesund
Druckabfall in (mmHg)	7,85 (0-20)	21,3 (11,25-31)	15,5 (7,5-20)	16,1 (7,5-24,5)	17 (10-35)	35 (14-55)
Steilheit des Abfalls in (mmHg/sec)	2,0 (0-7,5)	8,4 (3,1-11,25)	3,8 (1,6-6,25)	6,8 (3,15-10)	2,15 (0-4,4)	8,6 (2,1-17,5)
Steilheit des Wiederanstiegs in mmHg/sec	1,5 (0-3,9)	2,6 (1,2- 3,7)	-	-	1,7 0-4,6)	2,7 (1-5,5)
Dauer des Abfalls in (sec)	4,4 (2-8)	2,8 (1,5-5,5)	4,1 (3-5,5)	2,3 (1-4)	7 (6-14)	4,5 (2-6)
Dauer des Anstiegs in (sec)	5,9 (3-8)	7,8 (5,25-12)	-	-	10 (7-30)	12,8 (7-23)
Gesamtdauer in (sec)	9,8 (7-15)	10,1 (5,5-15)	-	-	16 (13-30)	19 (10-27)

Mittelwerte der Mediane aus 7 Untersuchungen. In Klammern der niedrigste und der höchste Median.

Tab. 15: Überblick über die reflektorische Relaxation des Anorektums bei Sigma elongatum bei Stimulation mit freier Luft im Rektum.

2. Chronische Obstipation

Die chronische Obstipation im Kindesalter bedarf einer besonders genauen Diagnostik, um die Sekundärpathologie eines Megakolons mit Überfließinkontinenz zu verhindern.

Es gilt diätätische oder psychische Obstipationen von definitiven Funktionsstörungen zu unterscheiden und damit einer gezielten Therapie zugänglich zu machen.

Wir haben drei Kinder mit chronischer Obstipation untersucht und sind zu folgenden Diagnosen gekommen:

a) Psychogene Obstipation.

Der schüchterne 8-jährige Junge (Archiv-Nr. 80364) litt seit Jahren an einer chronischen Obstipation. Seit dem Schuleintritt war die Inkontinenz hinzugekommen.

In Ruhe konnte im Rektosigmoid ein Druck von - 5 mmHg, im Rektum von 15 mmHg und im Anorektum von 60 mmHg gemessen werden. Das Anorektum war unruhig und von häufigen Spontanrelaxationen und Kontinenzreaktionen gekennzeichnet.
Die Relaxationen waren prompt auslösbar, von großer Tiefe und Steilheit, jedoch ständig von Willkürkontraktionen unterbrochen. Dies ergab insgesamt einen unruhigen Verlauf bei allen Versuchen. Auffällig waren neben dem hohen Rektumdruck auch dessen ungleichmäßige Wellen.
Da die Relaxationen prompt auslösbar und von genügender Tiefe waren, mußte eine Obstipation mit psychogener Grundlage angenommen werden. Die Therapie, Stuhltraining, war auch erfolgreich. Nur in Streßzeiten wurde der Junge rückfällig.

b) Analsphinkterachalasie:

Der 5-jährige Junge (konsiliarisch) litt seit 2 Jahren an chronischer Obstipation.
Das Rektosigmoid zeigte normale Fluktuationen und normales Wellenverhalten. Der Ruhedruck war - 7,5 mmHg. Das Rektum hatte einen Ruhedruck von 10 mmHg und zeigte normales Verhalten von Fluktuationen und Wellen. Das Anorektum hatte einen Ruhedruck von 25 mmHg. Es zeigte merkwürdig lange und flache Spontanrelaxationen und kantige, niedrige Fluktuationen.
Bei der Stimulation mit dem Ballon alle 30 sec ergaben sich keine abgrenzbaren Relaxationen; der Druck im Anorektum sank insgesamt auf 12 mmHg nach der letzten Instillation ab. Bei der Schnelldehnung alle 10 sec konnte ein angedeuteter stufenförmiger Druckabfall von jeweils 5 - 6 mmHg beobachtet werden.
Die Stimulation mit freier Luft im Rektosigmoid blieb im Anorektum unbeantwortet. Erst die Stimulation mit 50 ml Luft löste eine Relaxation um 10 mmHg aus.
Die Stimulation mit freier Luft im Rektum ergab wieder nur ein konstantes Absinken des Ruhedrucks im Anorektum.

Aufgrund der Beschreibung des Kurvenverlaufs bei Analsphinkterachalasie in der Literatur (28, 31) haben wir die Diagnose Analsphinkterachalasie gestellt (siehe Abb. 32). Die Therapie bestand in einer Sphinkteromyotomie.

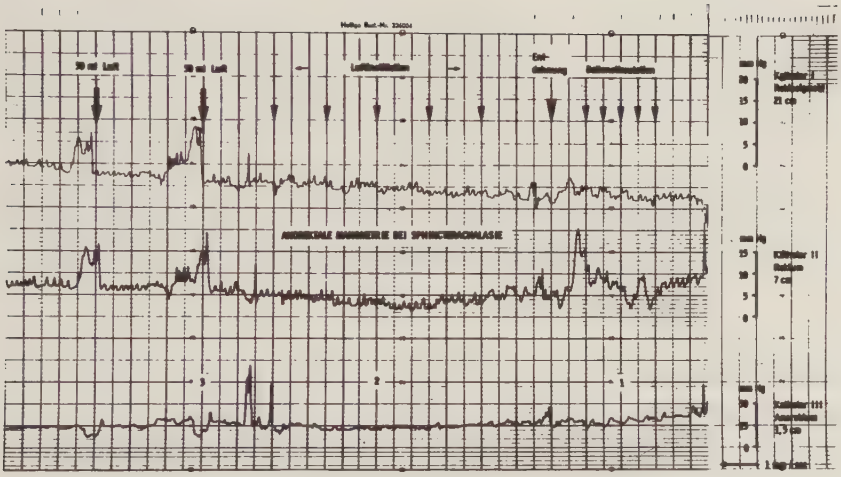


Abb. 32: Verhalten von Rektosigmoid, Rektum und Anorektum bei Ballonstimulation und Stimulation im Rektosigmoid mit freier Luft.

1. Bei Luftinstillation in den Ballon alle 10 sec. je 10 ml kommt es im Anorektum zu einem angedeuteten stufenförmigen Druckabfall von jeweils 5 - 6 mmHg.
2. Bei Instillation freier Luft ins Rektosigmoid alle 30 sec je 10 ml werden im Anorektum keine Relaxationen ausgelöst.
3. Durch Instillation von 50 ml freier Luft kommt es im Anorektum zu einer Relaxation.

Die kleinen Dreiecke kennzeichnen den Zeitpunkt der Instillation von 10 ml Luft in den Ballon, bzw. als freie Luft in das Rektosigmoid.

c) Rektales Inertiasyndrom:

Der 5-jährige Junge (konsiliarisch) litt seit der Geburt an chronischer Obstipation.
Auffällig war der Ruhedruck im Rektum von 10 mmHg. Das Anorektum zeigte einen niedrigen Ruhedruck von 25 mmHg, jedoch mit regelrechten, rundlich geformten Fluktuationen von 2 mmHg Höhe.
Die Stimulation mit dem Ballon führte erst ab einer Füllung mit 30 ml zu einer Reaktion im Anorektum. Auch die Injektion freier Luft ins Rektosigmoid bedurfte 30 - 50 ml Luft, um den Sphinkterhemmreflex auszulösen.
Dies ähnelte dem Bild, das Willital (78) beim Rektalen Inertiasyndrom nach Sigmaresektion beschreibt.
Die Therapie besteht in diesem Fall in der täglichen Entlastung des Darms durch Erziehung zur spontanen Defäkation oder notfalls durch rektale Spülungen (78).

Zusammenfassung:

Die an den gesunden Kindern gesammelten Erfahrungen und Parameter erlauben es, anorektal pathologisches Verhalten klar von anorektal normalem Verhalten abzugrenzen.

Dies ermöglicht einerseits den klaren Ausschluß anorektaler Dysfunktionen und andererseits den Vergleich des anorektalen Verhaltens operierter Kinder mit dem von gesunden. Daraus läßt sich eine Prognose über den Operationserfolg ableiten.

Pathologische Verhaltensmuster im Anorektum können nach ihrer Zuordnung zu gewissen Organstrukturen zur Diagnose der Störungsursache führen.

3. Morbus Hirschsprung

1964 beschrieben Callaghan (8) und Nixon das Ausbleiben des Sphinkterhemmreflexes bei Morbus Hirschsprung. Diese Beobachtung wurde seither immer wieder bestätigt. Die anorektale Manometrie wurde deshalb als screening test für Aganglionosen verwandt. Mit diesem Test kann ein Morbus Hirschsprung eindeutig ausgeschlossen werden (1, 3, 4, 5, 18, 19, 20, 31, 32, 33, 34, 38, 39, 43, 44, 49, 57, 58, 59,60, 61, 65, 66, 67, 70, 71, 74, 75, 77, 78, 79).
Wir haben vier Kinder mit Aganglionosen untersucht, davon eines präoperativ und drei postoperativ.

a) präoperativ
Es handelte sich um einen 3-jährigen Jungen. Wegen der ileusähnlichen Zustände war in einer auswärtigen Klinik bei dem Kind eine Colostomie angelegt worden.

1. Wir fanden in 1,5 - 2 cm Höhe einen Ruhedruck von 45 mmHg (normal: 34,7 mmHg). Das Druckprofil ergab einen maximalen Druck von 82,5 mmHg (normal: 57,6 mmHg). Der Ruhedruck im Rektum (Höhe: 7 cm) war mit Werten zwischen 0 und 5 mmHg normal. Auch der Druck im Rektosigmoid (Höhe 21 cm) war mit 10 mmHg im Normbereich. Die Fluktuationen im Anorektum hatten eine Höhe von 5 - 7 mmHg (normal: 2 - 6 mmHg).

2. Bei der Stimulation mit dem Ballon konnten keine Relaxationen ausgelöst werden. In einem Fall konnte bei der Schnelldehnung ein stufenförmiger, volumenabhängiger Druckanstieg im Anorektum beobachtet werden.

3. Bei der Stimulation mit freier Luft im Rektosigmoid konnten Wellen ausgelöst werden, die jedoch ins Rektum nicht weitergeleitet wurden. Im Anorektum sistierten

als Antowrt die Fluktuationen.

4. Bei der Stimulation mit freier Luft im Rektum konnten ebenfalls keine Relaxationen ausgelöst werden.

5. Der Basaldruck im Anorektum stieg, im Gegensatz zu gesunden Kindern, während der Füllung von Rektosigmoid und Rektum mit Luft an.

6. Bei der Stimulation mit 2 ml Wasser in Rektosigmoid und Rektum konnte eine Zunahme der Fluktuationsamplituden bis zu 15 mmHg beobachtet werden.

Eine überhöhte anorektale Druckbarriere bei Morbus Hirschsprung wird auch von anderen Autoren (1, 31, 32, 33, 34, 78) beschrieben. Auch die ausgeprägte Amplitude der Fluktuationen im Anorektum wird erwähnt (1, 31, 32, 33, 34) (siehe Abb. 33).

b) postoperativ

Der Erfolg der chirurgischen Therapie kann daran gemessen werden, wie "normal" sich das Anorektum postoperativ verhält. Die anorektale Manometrie vermag objektive Aussagen darüber zu machen (74).

Es wurden zwei Kinder im Alter von 5 und 6 Jahren untersucht. Beide waren nach Rehbein operiert worden und waren beschwerdefrei.

Die anorektalen Ruhedruckwerte lagen im Normbereich.

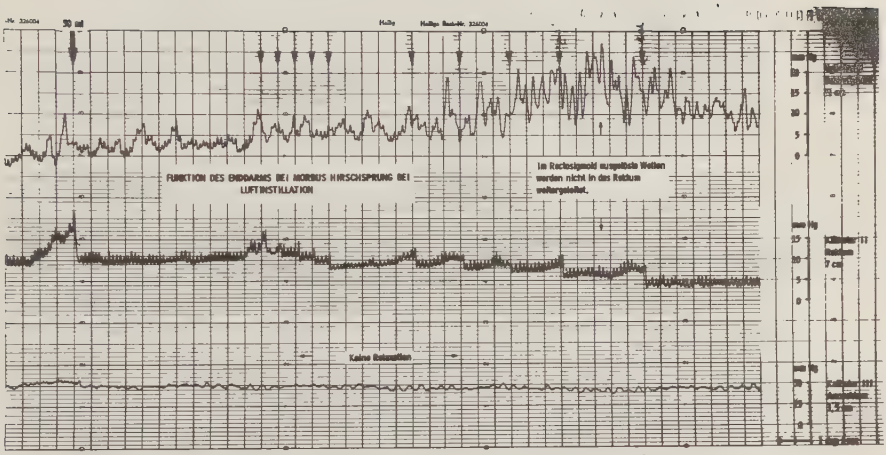


Abb. 33: Verhalten von Rektosigmoid, Rektum und Anorektum bei Stimulation im Rektosigmoid mit freier Luft bei Morbus Hirschsprung.

Die im Rektosigmoid ausgelösten Wellen werden nicht ins Rektum weitergeleitet. Die registrierten Druckanstiege ins Rektum sind auf die rein mechanische Weiterleitung der Luft zurückzuführen.
Keine der Stimulationen führt zu einer Relaxation.
Die kleinen Dreiecke kennzeichnen die Stimulation mit 10 ml Luft im Rektosigmoid.

Bei den Stimulationen reagierten beide mit flachen, verlängerten Relaxationen. Wellen, die im Rektosigmoid ausgelöst worden waren, wurden ins Rektum weitergeleitet (siehe Abb. 34).

Das dritte, ebenfalls nach Rehbein operierte, 1 1/2 Jahre alte Kind hatte noch ein mit 75 mmHg maximaler Höhe überhöhtes Druckprofil.

Es zeigte nur bei der Stimulation mit dem distal der Anastomose liegenden Ballon flache Relaxationen. Wellen aus dem Rektosigmoid wurden ins Rektum fortgeleitet.

4. Untersuchungen zur Klärung der Kontinenzlage

a) Anorektale Anomalien

Nach der Korrektur anorektaler Mißbildungen interessiert den Operateur die zu erwartende Kontinenzlage. Das klinische Bild und der Palpationsbefund können hierbei irreführend sein (25, 78). Es wurde daher versucht, mit Hilfe der anorektalen Manometrie objektive Parameter für die Beurteilung der Kontinenz zu erarbeiten (1, 2, 3, 18, 19, 20, 21, 25, 35, 36, 37, 39, 55, 56, 57, 58, 61, 69, 72, 73, 76, 77, 78).

Wir haben 4 Kinder mit korrigierten anorektalen Anomalien manometrisch untersucht. Dabei handelte es sich um 3 kontinente Kinder, sowie einen Säugling 6 Wochen nach der Korrektur.
Es folgen die Fallbeschreibungen:

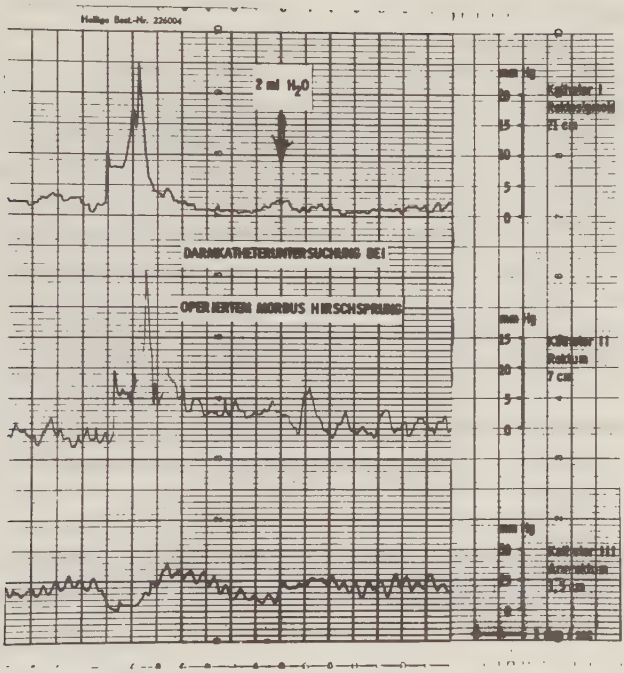


Abb. 34: Verhalten von Rektosigmoid, Rektum und Anorektum bei Stimulation im Rektosigmoid mit 2 ml H_2O bei operiertem Morbus Hirschsprung (Rehbein).

Durch Stimulation mit 2 ml H_2O wird im Anorektum eine flache Relaxation ausgelöst.

Eine im Rektosigmoid ausgelöste Welle wird ins Rektum weitergeleitet und führt im Anorektum zu einer Relaxation.

aa) Es handelte sich um einen 9 Monate alten weiblichen Säugling mit einer tiefen Atresie. Gefragt war nach der richtigen Lage des neuen Anus, sowie einer Prognose für die zukünftige Kontinenzlage.

Die Manometrie ergab einen Ruhedruck von 4,05 mmHg, hochfrequente Aktivitäten mit einer Frequenz von 25/min und einer Amplitude von 0,9 mmHg im Rektosigmoid. Das Rektum zeigte einen Ruhedruck von 9,1 mmHg, hochfrequente Aktivitäten, deren Amplitude 1 mmHg betrug und die mit einer Frequenz von 36/min auftraten. Außerdem waren Wellen mit einer Frequenz von 5/min und einer Amplitude 2,7 mmHg sichtbar. Das Anorektum zeigte einen altersentsprechenden Druck von 22,1 mmHg, sowie Fluktuationen mit einer Frequenz von 22/min und einer Amplitude von 4,25 mmHg.

Bei der Stimulation konnten Relaxationen nachgewiesen werden. Das Verhalten von Sigma und Rektum war regelrecht. (Siehe Abb. 35).

Daraus kann geschlossen werden, daß der Anus an richtiger Stelle liegt, nämlich durch den M. sphinkter ani internus hindurch.

Alle Autoren sehen die <u>Kontinenz von einer ausreichenden Hochdruckzone</u> abhängig. Dabei wird das Vorhandensein des Sphinkterhemmreflexes als prognostisch besonders günstig angesehen.

Die Prognose ist also in diesem Falle sehr gut, vorausgesetzt, daß genügend lang bougiert wird, um eine Analstenose zu verhindern.

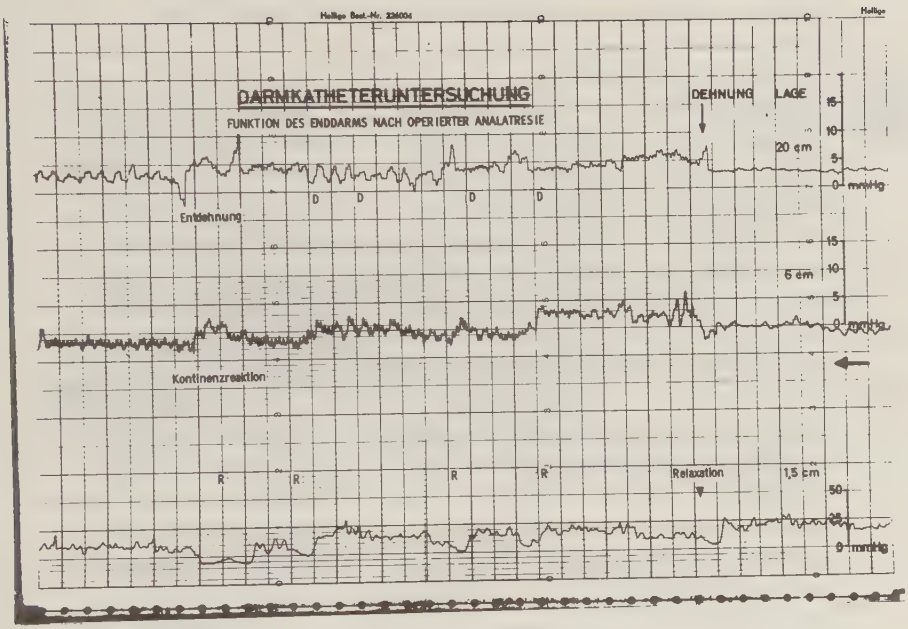


Abb. 35: Funktion des Enddarms nach operierter Analatresie. Auf Dehnung (D) des Rektums mit einem Ballon reagiert das Anorektum prompt mit regelrechten Relaxationen (R). Bei Deflation des Stimulationsballons kommt es zu einer Kontinenzreaktion (Deflationsreaktion, siehe Seite 71). Daraus kann geschlossen werden, daß der Anus an richtiger Stelle liegt, nämlich durch den M. sphincter ani int. hindurch.

bb) Es handelte sich um einen kontinenten (satisfactory) 5 Jahre alten Jungen (Archiv-Nr. 108 421 AAT-Typ 9). Die rektale Untersuchung zeigte jedoch einen klaffenden Anus, der Tastbefund einen mäßigen Haltedruck. Es bestand also eine grobe Diskrepanz zwischen dem klinischen Befund und der Kontinenz.

Die Manometrie ergab in 2 cm Höhe einen Druck von 10,3 mmHg (normal: 34,7 mmHg). Auffällig war, daß bei einer Willkürkontraktion ein maximaler Druck von 50 mmHg (normal: 149,5 mmHg) erreicht werden konnte, bei einem Hustenstoß jedoch ein Druckanstieg auf 90 mmHg im Anorektum beobachtet werden konnte. Im Rektum konnte ein durchschnittlicher Druck von - 10 mmHg beobachtet werden; das Rektosigmoid zeigte Drucke um 0 mmHg. Das zuerst unruhige Kind schlief im Verlauf der Untersuchung ein.

Durch die Stimulation mit freier Luft im Rektum konnten hohe Wellen ausgelöst werden, die zu Flatus führten. Im Anorektum traten Fluktuationen von durchschnittlich 5 mmHg Höhe auf, die aber auch als rudimentäre Relaxationen gedeutet werden könnten. Dies wurde insbesondere deutlich bei einer Stimulation mit 2 ml Wasser im Rektum, wodurch es im Rektum zu einer hohen Welle und im Anorektum zu einer Relaxation um 9 mmHg mit gleichzeitigem Austreten von Wasser aus dem Anus kam.
Durch die Stimulation mit dem Ballon wurden hohe Wellen in Rektosigmoid und Rektum ausgelöst. Parallel zur Dauer der Wellen kam es zu Druckerhöhungen im Anorektum bis zu 90 mmHg (siehe Abb. 36). Willkürlich hatte der Junge solche Drucke nicht erzeugen können. Vom induzierten Stuhldrang erwachte das Kind.
Die hohen Kontraktionszacken konnten nicht vom M. sphincter ani externus stammen, sondern müssen durch reflektorische

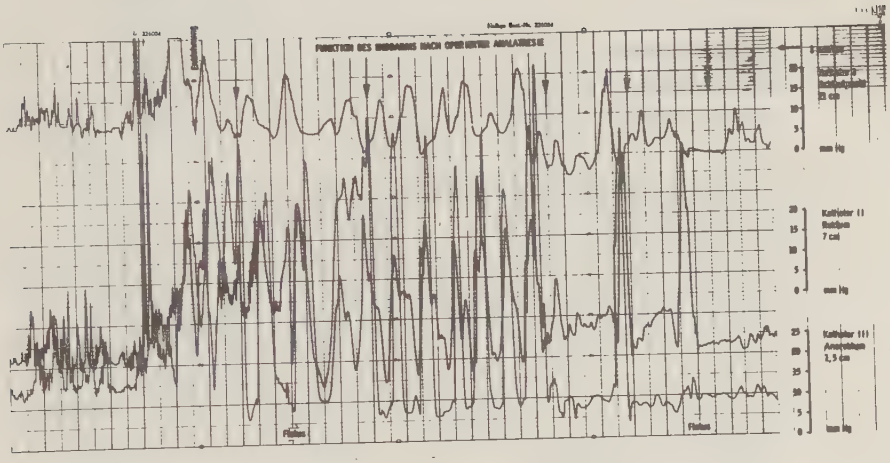


Abb. 36: Verhalten von Rektosigmoid, Rektum und Anorektum nach operierter Analatresie bei Ballonstimulation.
Beachte: Geänderter Verstärkungsfaktor in Kanal III (Anorektum) des Schreibers 1 Teilstrich ≙ 1 mmHg.
Durch die Stimulation mit dem Ballon werden hohe Wellen in Rektosigmoid und Rektum ausgelöst. Parallel zur Dauer der Wellen kommt es zu Druckerhöhungen im Anorektum bis zu 90 mmHg.
Die kleinen Dreiecke kennzeichnen den Zeitpunkt der Instillation von 10 ml Luft in den Ballon.

Puborektaliskontraktionen entstanden sein. Dies gibt Stephens (76) recht, der schon 1954 den M. puborectalis als Schlüsselzur Kontinenz bezeichnete.

cc) Dabei handelte es sich um ein 6 Jahre altes kontinentes (satisfactory) Mädchen (Archiv-Nr. 104148, AAT-Typ 24). Aus der Anamnese ging hervor, daß das Kind bei Stuhldrang sofort die Toilette aufsuchen mußte, da ein längeres Verhindern der Defäkation nicht möglich war.

Bei der Darmkatheteruntersuchung ergab sich eine maximale Höhe der Druckbarriere von 15 mmHg (normal: 57,6 mmHg). Der Druck in Rektosigmoid und Rektum betrug jeweils 1,5 mmHg. Beim Husten und Kneifen konnte im Anorektum eine maximale Druckerhöhung um 10 mmHg gemessen werden. Bei der Stimulation mit dem Ballon konnte das Kind jede Instillation angeben. Nach jeweils der 3. Instillation, also einem mit 30 ml aufgeblasenen Ballon, kam es zu einem schlagartigen Herausdrücken des Ballons. Das Kind konnte dies nicht verhindern.

Bei der Injektion von freier Luft ins Rektum kam es jeweils auch nach 30 ml zu einem Flatus.

Es handelt sich hierbei um ein sog. automatisches Rektum. Das Kind verdankt seine Kontinenz der guten Perzeption der Rektumfüllung.

dd) Es handelte sich um einen 6 Jahre alten kontinenten Jungen (Archiv-Nr. 89646, AAT-Typ 9).

Die maximale Höhe der Druckbarriere betrug 34 mmHg (normal: 57,6 mmHg), der maximale Kontraktionswert war 90 mmHg (normal: 149,5 mmHg).

Bei der Stimulation konnten keine Relaxationen ausgelöst werden.

Die Kontinenz scheint auf die relative Höhe des analen Ruhedrucks sowie auf die Fähigkeit zur Willkürkontraktion zurückzuführen zu sein.

b) Inkontinenz bei Spina bifida

Die Inkontinenz bei Spina bifida erklärt sich aus der Art der Mißbildung.
Das untersuchte Kind zeigte einen klaffenden Anus, vermochte jedoch bei der digitalen Untersuchung in der Levatorgegend zu kneifen. Die Fragestellung war, inwieweit durch Training dieser Fähigkeit eine Stuhlkontinenz erreicht werden könnte.

Es wurde ein Druckprofil angefertigt. Dabei zeigten sich Fluktuationen von 2 mmHg Höhe um den Nullpunkt im gesamten Bereich von 15 - 1 cm Höhe. Eine Druckbarriere konnte nicht gefunden werden; der dünne Katheter vermochte kein Kneifen zu registrieren.
Durch das Kneifen vermag das Kind nicht, das Darmlumen zu verschließen. Ein "Kneiftraining" erscheint deshalb sinnlos.

c) Inkontinenz bei Prune-Belly Syndrom.

Dabei handelt es sich um kombinierte angeborene Mißbildungen mit Aplasie der Bauchmuskulatur und verschiedener Anomalien im Bereich des Urogenitaltraktes (51).
Uns interessierte der Grund für die Inkontinenz.

In Ruhe wurde ein Druck von - 5 mmHg (normal: 5,5 mmHg) im Rektosigmoid, von 13 mmHg (normal: 0,6 mmHg) im Rektum und von 25 mmHg (normal: 34,7 mmHg) im Anorektum gemessen. Fluktuationen und kleine Wellen konnten in allen 3 Ableitungen beobachtet werden. Die maximale Willkürkontraktion betrug 115 mmHg (normal: 149,5 mmHg).

Die Stimulation mit dem Ballon löste in Rektosigmoid und Rektum hohe Wellen aus; im Anorektum kam es zu Relaxationen. Bei einer Füllung des Ballons mit 40 ml Luft kam es zur spontanen Ausstoßung des Ballons.
Bei der Stimulation des Rektosigmoids mit freier Luft kam es im Rektosigmoid zu einer Druckerhöhung auf 0 mmHg; das Rektum zeigte Drucke bis 25 mmHg. Das Rektosigmoid reagierte im folgenden auf alle Stimuli regelrecht. Auffällig verhielt sich das Rektum wegen des ständig steigenden Drucks. Nach Injektion von 10 ml freier Luft ins Rektum verspürte das Kind bis zum Ende des Versuchs Stuhldrang. Deshalb waren die im folgenden ausgelösten Relaxationen durch Kontinenzreaktionen überlagert; sie waren jedoch durchaus erkennbar.

Das Druckprofil zeigte zwischen 16 und 6 cm einen stark erhöhten Druck von mindestens 15 mmHg. In einer Höhe von 6 - 2 cm war der Druck um 1 mmHg. Die maximale Höhe der Druckbarriere betrug 25 mmHg (normal: 57,6 mmHg).

Ein Grund für die Inkontinenz kann in der verminderten Höhe der Druckbarriere zu suchen sein. Die vorhandenen Kontinenzreaktionen sprechen jedoch gegen eine Insuffizienz des Kontinenzapparates.
Das "automatische Rektum" sowie die dort auftretenden hohen Drucke und das Fehlen der Adaptationsreaktion können der

Grund für eine Inkontinenz sein.
Es scheint sich um eine neuronale Fehlsteuerung zu handeln. Die Erfahrung zeigt, daß Kinder mit urologischen Mißbildungen (z.B. vesico-uretärem Reflux) häufig auch einkoten (siehe auch Kapitel: Besondere Beobachtungen Seite 120).

5. Funktionsprüfungen nach Operationen im Enddarmbereich

a) Es handelte sich um einen 7-jährigen Jungen (Archiv-Nr. 99933) nach einer Pfählungsverletzung am Anus. Das Kind hatte einen Anus praeter; es sollte festgestellt werden, ob eine Rückverlagerung indiziert sei.

Die Untersuchung zeigte einen narbigen Anus. Das unruhige Kind verhinderte eine digitale Abschätzung des Ruhedrucks.

Manometrisch wurde ein normales Ruheverhalten von Rektosigmoid und Rektum registriert. Nur bei der Stimulation zeigten sich beide hyperaktiv. Wir führen dies auf den Anus praeter zurück (siehe auch Kapitel über Morbus Hirschsprung Seite 101).

Das Druckprofil zeigte im Anorektum anterior, wo die Narbe war, einen Druck von maximal 25 mmHg, posterior einen Druck von 45 mmHg. Bei der Katheteruntersuchung wurde darauf geachtet, daß der Analkatheter ungefähr in der Mitte lag.

Bei der Ballonstimulation konnten flache, lange Relaxationen beobachtet werden, die nach 30 ml ineinander übergingen. Die Schnelldehnung führte zu einer einzigen langen,

flachen Relaxation. Der Wiederanstieg folgte erst nach Entleerung des Ballons. Die Stimulation mit 50 ml führte zu einer Relaxation von 15 mmHg Tiefe; der Wiederanstieg erfolgte auch hier erst nach der Entleerung des Ballons. Die Stimulation mit freier Luft im Rektosigmoid führte zu wannenförmigen langen Relaxationen, an die sich eine breite Kontinenzreaktion anschloß. Bei der Stimulation mit 50 ml konnte eine Welle ausgelöst werden, die zu einem rektalen Druck von 17 mmHg führte. Obwohl der anorektale Restdruck noch 35 mmHg betrug, konnte das Kind einen Flatus nicht verhindern. Dies konnte auch wiederholt bei der Instillation freier Luft ins Rektum beobachtet werden. Die Kontinenzreaktionen, die sich an die Flatus anschlossen, erreichten eine Höhe von 80 mmHg.

Bei der Stimulation mit jeweils 2 ml Wasser im Rektum konnten hohe Wellen ausgelöst werden, die zu einem Austreten von Flüssigkeit aus dem Anus führten. Dabei blieb der rektale Druck zumeist unter dem des Anorektums.

Durch die Pfählungsverletzung war es zu einer narbigen Achalasie der Sphinkteren gekommen. Trotz des scheinbar hohen Ruhedrucks im Anorektum besteht eine Inkontinenz für Luft und Wasser.

b) Dabei handelte es sich um ein 13-jähriges Kind (Archiv-Nr. 195215) das in die kinderchirurgische Sprechstunde wegen chronischer Obstipation mit Überfließinkontinenz kam.

Anamnestisch konnte festgestellt werden, daß der Junge "als Säugling irgendwann am Darm operiert worden war". Der Grund war den Eltern nicht bekannt. Schon immer habe der Junge an Verstopfung und Stuhlschmieren gelitten.

Die klinische Untersuchung zeigte einen körperlich und geistig normal entwickelten 13-jährigen. Die Palpation ergab massiv Stuhl im Rektum sowie eine normale Druckbarriere.

Bevor die alten Operationsberichte aus der auswärtigen Klinik bei uns eintrafen, hatten wir schon, nach mehreren wash outs, Druckprofile angefertigt. Dabei hatte sich ergeben:
Ein normaler Ruhedruck im Rektosigmoid, jedoch Hyperaktivität. Der Ruhedruck stieg kontinuierlich beim Zurückziehen des Katheters bis eine Höhe von 11 cm über der Anokutanlinie erreicht war. Dort registrierte der Katheter Pulsaktionen und einen Druck von 40 mmHg. Beim Weiterziehen des Katheters auf 10 cm fiel der Druck rapide auf Werte um 0 mmHg ab. Im weiteren zeigten sich ein normaler rektaler Druck mit normalen Aktivitäten. Im Anorektum konnte eine Druckbarriere nicht deutlich nachgewiesen werden, der maximale Druck betrug 20 mmHg. Es konnten jedoch starke Fluktuationen von 10 mmHg Höhe beobachtet werden.

Aufgrund dieses Befundes vermuteten wir eine Stenose in ca. 10 cm Höhe. Röntgenbilder zeigten ein atonisches Colon, eine Stenose war jedoch nicht deutlich erkennbar. Der alte Operationsbericht zeigte, daß bei dem Jungen eine Durchzugsoperation nach Rehbein durchgeführt worden war. Die Anastomose mußte also in ca. 10 cm Höhe liegen.

Die weiteren Katheteruntersuchungen ergaben einen Ruhedruck von 7 mmHg im Rektosigmoid und von - 1 mmHg im Rektum. Das Anorektum zeigte Fluktuationen bzw. Spontanrelaxationen von bis zu 20 mmHg Tiefe und einer Frequenz von6/min. Im Rektosigmoid traten Wellen mit einer Frequenz von 8/min und einer durchschnittlichen Höhe von 4 mmHg auf. Das Rektum zeigte eine Wellenfrequenz von 6/min mit einer durchschnittlichen Amplitude von 5 mmHg.

Bei der Stimulation mit dem Ballon konnten hohe lokale Reaktionen im Rektosigmoid gesehen werden. Der stufenförmige Druckanstieg im Rektum entsprach in etwa der Norm. Der Druck im Anorektum sank bereits nach den ersten 10 ml im Ballon auf 0 mmHg ab. Auf die weiteren Luftinstillationen konnte keine Reaktion mehr beobachtet werden. Bei Deflation des Ballons kam es zu einer Kontinenzreaktion auf 50 mmHg. Daraufhin wurden im Rektosigmoid Wellen mit einer Höhe bis zu 18 mmHg ausgelöst, die jedoch nicht ins Rektum fortgeleitet wurden, sich aber im Anorektum in Kontinenzreaktionen und Relaxationen manifestierten (siehe Abb. 37).

Durch die Injektion von Luft ins Rektosigmoid kam es dort zu einer Frequenzerhöhung der Wellen, die das Anorektum zu fortgesetzten Spontanrelaxationen brachten. Am Ende des Versuchs konnten jedoch nur 20 ml Luft aus dem Rektum aspiriert werden.

Der Injektion von freier Luft ins Rektum konnten im Anorektum keine Relaxationen mehr zugeordnet werden, da sich das Anorektum nicht mehr beruhigt hatte.

Die Parameter der Spontanrelaxationen entsprachen denen bei darmgesunden Kindern.

Der Grund für die chronische Obstipation mit gleichzeitiger Inkontinenz war in der atonischen, stenosierenden Anastomose zu suchen. Der Versuch einer konservativen Therapie scheiterte, eine Längsinzision der Anastomose führte zu einem guten Ergebnis.

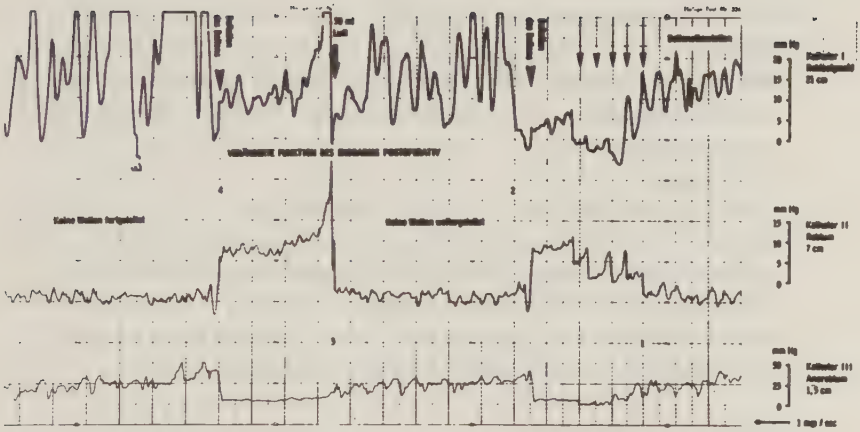


Abb. 37: Verhalten von Rektosigmoid, Rektum und Anorektum bei Ballonstimulation nach Operation (wegen Verdacht auf Aganglionose) im Enddarmbereich.

zu Abbildung 37:

1. Instillation in den Ballon alle 10 sec je 10 ml Luft:
   keine regelrechten Relaxationen im Anorektum; nach der 3. Instillation fällt der Druck auf 0 mmHg ab.

2. Deflation des Ballons:
   Durch die Entleerung des Ballons werden im Rektosigmoid hohe Wellen erzeugt, die jedoch nicht ins Rektum weitergeleitet werden. Im Anorektum ist eine Kontinenzreaktion zu beobachten.

3. Instillation von 50 ml Luft in den Ballon:
   Im Anorektum kommt es zu einer flachen, muldenförmigen Relaxation. Der Druck bleibt solange erniedrigt bis die Luft wieder aus dem Ballon entfernt wird.
   Im Rektum ist ein Druckanstieg um 32 mmHg mit anschließender Adaptationsreaktion zu beobachten.

4. Deflation des Ballons:
   Wie unter 2. werden im Rektosigmoid hohe Wellen erzeugt, die nicht ins Rektum weitergeleitet werden.
   Im Anorektum sind eine Kontinenzreaktion und Spontanrelaxationen zu sehen.

Die kleinen Dreiecke kennzeichnen den Zeitpunkt der Instillation von 10 ml Luft in den Ballon.

c) Dabei handelte es sich um ein 10 Jahre altes Mädchen (Archiv-Nr. 51 305), dem im Alter von 3 Monaten wegen eines Invaginationsileus der gesamte Dickdarm reseziert worden war.

Bei einer routinemäßigen Kontrolle des Elektrolythaushalts sollte das Druckverhalten über - und unterhalb der ileorektalen Anastomose überprüft werden.

Das Anorektum war unauffällig und reagierte auf alle Stimuli regelrecht. Interessant war nur der Ruhedruck im Rektosigmoid und Rektum. Wir haben das Kind, das keinerlei Stuhlbeschwerden hat, an zwei auseinanderliegenden Tagen untersucht und jedesmal in 21 cm Höhe einen Druck zwischen - 17 und - 20 mmHg gefunden. Fluktuationen waren unregelmäßig, Wellen waren kurz und spitz. Das Rektum zeigte Werte zwischen 0 und - 7 mmHg; sein Verhalten war regelrecht.

Wir können uns die extrem negativen Werte in 21 cm Höhe nicht erklären, zumal wir einmal eine Welle von 35 mmHg Höhe auslösen konnten, also kurzzeitig einen Wert von + 15 mmHg registrieren konnten. Nach der Welle fiel der Druck wieder auf den ursprünglichen Wert. Im Rektum konnte diese Welle nicht registriert werden, wohl aber ein Druckanstieg um 5 mmHg mit anschließender Adaptationsreaktion.

6. Besondere Beobachtungen:

In der Gruppe der als anorektal gesund untersuchten Kinder befanden sich vier Kinder (Archiv-Nr. 199509, 188758, 194290, 196963) mit vesico-urethralem Reflux. Bei der Auswertung der aufgezeichneten Kurven ergab sich, daß ein Kind, ein Junge, normale Parameter im Anorektum aufwies. Die Werte lagen allerdings durchwegs an der oberen Grenze der Norm. Die drei anderen Kinder, drei Mädchen, wiesen auffallend niedrige anorektale Ruhedrucke auf, nämlich 18,7 mmHg, 20 mmHg bzw. 22 mmHg.
Bei einem der Mädchen stieg der Basaldruck bei der Stimulation mit dem Ballon, so daß sich wie bei dem Jungen Relaxationen, deren Parameter sich an der Obergrenze der Norm bewegten, einstellten.
Nach der Stimulation mit freier Luft in Rektosigmoid und Rektum wurden im Anorektum Fluktuationen mit einer Höhe von 15 mmHg und einer Frequenz von 17/min beobachtet. Nur jeweils bei der Stimulation mit 50 ml Luft kam es zu einer Relaxation, deren Parameter wieder an der Obergrenze der Norm lagen.

Die beiden anderen Mädchen reagierten nur schwach auf die Stimulation mit dem Ballon. Die Stimulation mit freier Luft blieb, abgesehen von der mit 50 ml, unbeantwortet. Bei 50 ml zeigten sich geringfügige Relaxationen von maximal 10 mmHg Tiefe (siehe Abb. 38).

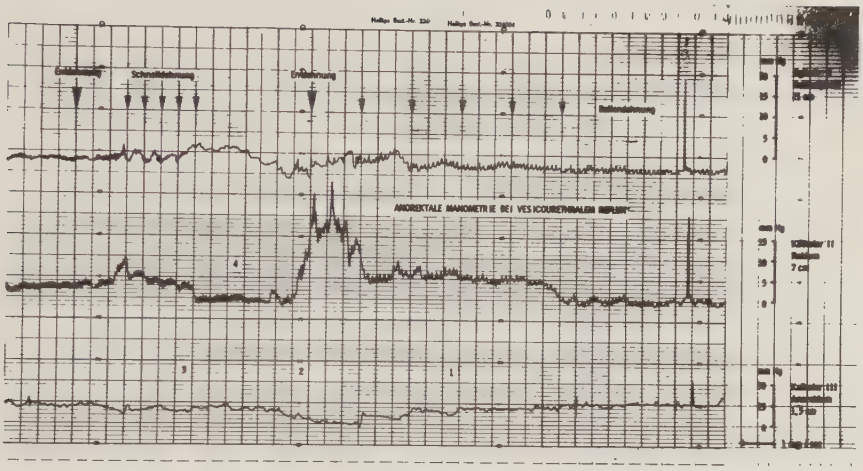


Abb. 38: Verhalten von Rektosigmoid, Rektum und Anorektum bei Ballonstimulation bei vesico-urethralem Reflux.

zu Abbildung 38:

1. Luftinstillation in den Ballon alle 30 sec mit je 10 ml. Regelrechtes Verhalten von Rektosigmoid und Rektum. Erst die 3. Instillation führt zu einer Reaktion im Anorektum. Es kommt nur zu einem Druckabfall ohne anschließenden Wiederanstieg.

2. Bei Deflation des Ballons kommt es zu keiner Kontinenzreaktion.

3. Bei der Luftinstillation in den Ballon alle 10 sec mit je 10 ml. Regelrechtes Verhalten von Rektosigmoid und Rektum. Im Anorektum kommt es zu keinen geordneten, stufenförmigen Relaxationen.

4. Im Rektosigmoid und Rektum kommt es zu einer Frequenzzunahme der Fluktuationen (f = 46!).

Die kleinen Dreiecke markieren den Zeitpunkt der Instillation von 10 ml Luft in den Ballon.

V. DISKUSSION

Zur Analyse der anorektosigmoidalen Funktionen bei Kindern wurde eine neue Methode entwickelt und in 81 Untersuchungen angewandt.
Unter klinischen Aspekten vereint diese neue Methode, mit Tip-Manometern, die Vorteile von Ballonsonden und open-tip Kathetern.
Der Aufwand, den die Bedienung des Tip-Manometers erfordert, ist nicht höher als der für Ballonsonden notwendige. Darüberhinaus stehen Ableitungsmöglichkeiten wie beim open-tip zur Verfügung, ohne dessen Störanfälligkeit in Kauf nehmen zu müssen.

Tip-Manometer erlauben die genaue Aufzeichnung der motorischen Aktivitäten von Rektosigmoid und Rektum. Sie vermitteln nicht nur den Druck im Lumen, sondern auch den Druck, der durch mechanische Kompression erzeugt wird. Dies macht eine Fülle wichtiger Parameter von Kontinenz und Defäkation genauer Aufzeichnung zugänglich. Dabei fällt eine Großzahl von möglichen systemischen Fehlern weg.

Gemessen werden können Fluktuationen und Wellen in Rektosigmoid und Rektum in Ruhe und nach Stimulation durch Luft oder Wasser, die Adaptationsreaktion, die Deflationsreaktion, die Kontinenzreaktionen, die Internusrelaxation, anorektale Fluktuationen, der Boluseffekt, quantitativ die Weiterleitung von Luft aus dem Rektosigmoid ins Rektum, die indirekte und direkte Compliance, das anorektale Druckprofil, sowie Kontraktionskraft und Haltedruck der Sphinkteren.

Die anorektosigmoidale Darmkatheteruntersuchung mit Tip-Manometern ermöglicht vielfältige Aussagen über die Physiologie und Pathophysiologie des Enddarmes. Dies indiziert sie zur Diagnostik folgender Erkrankungen:

Ursache der Funktionsstörung	andere Untersuchungsmethoden		Manometrie
	Röntgenuntersuchung	Doppelsaugbiopsie	
Morbus Hirschsprung (neuronale Colondysplasie)		x	x
Mechanische Behinderung - Stenosen - Strikturen - Tumore - Duplikaturen	x		(x)
Sigma elongatum und Sekundäres Megacolon	x		x
Prolongierte Obstipation nach Sigmaresektion	x		x
Rektales Inertia-Syndrom	x		x
Überfließinkontinenz	x		x
Sphincterhemmreflexsyndrom bei - Sigmaresektion - Analatresie - sonst normalen Kindern			x
Paradoxes Reflexverhalten			x
Automatisches Rektum nach Durchzug			x
Kontinenzstörung nach Durchzug			x

Tab. 16: Diagnostik von Funktionsstörungen im Enddarm von Kindern mittels Elektromanometrie.

VI. Literaturverzeichnis

1. Aaronson,J. , Nixon,H.H.:
   A clinical evaluation of anorectal pressure studies in the diagnosis of Hirschsprung's disease. Gut 13, 138 (1972)

2. Alva,J., Mendeloff,A.I., and Schuster,M.M.:
   Reflex and electromyographic abnormalities associated with fecal incontinence. Gastroenterology 53, 101 (1967)

3. Arhan,P., Faverdin,C., Penaud,J., et Thouvenot,J.:
   Donneés physiologiques et pathophysiologiques sur la motricité du canal anal chez les enfants. Cor. Soc. Biol. 165, 651 (1971)

4. Arhan,P., Faverdin,C.:
   Une sonde a ballonnets pour l'étude de la méchanique recto-anale. Path. Biol.20,191 (1972)

5. Arhan,P., Faverdin,C., Thouvenot,J.:
   Anorectal motility in sick children. Scand. J. Gastroenterol. 309 (1972)

6. Arhan,P., Faverdin,C., Thouvenot,J.:
   Antagonisme in vivo de l'activité méchanique du rectum et du sphincter lisse de l'anus. Cor. Soc. Biol. 166, 259 (1972)

7. Brody,D.A., Werle,J.M., Mescham,J., and Quigley,J.P.:
   Intralumen pressures of the digestive tract, especially the pyloric region. Am. J. Physiol. 130, 791 (1940)

8. Callaghan,R.P., Nixon,H.H.:
   Megarectum: physiological observations. Arch. Dis. Childh. 39, 153 (1964)

9. Chaudhary,N.A., Truelove,S.C.:
Colonic motility. A critical review of methods and results. Am. J. Med. 31, 86 (1961)

10. Collins,C.D., Duthie,H.L., Shelley,T., and Whittaker,G.E.:
Force in the anal canal and anal continence. Gut 8, 354 (1967)

11. Collins,C.D., Brown,B.H., Whittaker,G.E., and Duthie,H.L.:
New method of measuring forces in the anal canal. Gut 10, 160 (1969)

12. Connell,A.M.:
Problems of methodology and interpretation and analysis of records. Am. J. Digest. Dis. 13, 397 (1968)

13. Code,C.F., Hightower,N.C., and Morlock,C.J.:
Motility of the alimentary canal in man, review of recent studies. Am. J. Med. 13, 328 (1952)

14. Duthie,H.L., Gairns,F.W.:
Sensory nerve endings and sensation in the anal canal region of man. Brit. J. Surg. 47, 585 (1960)

15. Duthie,H.L., Bennet,R.C.:
The relation of sensation in the anal canal to the functional anal sphincter, a possible factor in anal continence. Gut 4, 179 (1963)

16. Duthie,H.L., Watts,J.M.:
Contribution of the external anal sphincter to the pressure zone in the anal canal. Gut 6, 64 (1965)

17. Duthie,H.L.:
Progress report: Anal continence. Gut 12, 844 (1971)

18. Eisner,M.:
Funktionelle Untersuchungen an Rektum und Anus. Schweiz. med. Wschr. 101, 1549 (1971)

19. Eisner,M.:
Functional examination of rectum and anus in normals, in disturbances of continence and defaecation, and congenital malformations. Scand. J. Gastroenterol. 7, 305 (1972)

20. El Shafie,M., Suzuki,H., Schnaufer,L.; Haller,J.A., and White,J.J.:
A simplified method of anorectal manometry for wider clinical application. J. Ped. Surg. 7, 230 (1972)

21. Fowler,R.:
A reappraisal of surgical approaches for the definitive correction of imperforate rectum. Aust. N. Z. J. Surg. 42, 56 (1972)

22. Gaston,A.E.:
The physiology of fecal continence. Surg. Gyn. Obst. 280 (1948)

23. Gouin,B., Couturier,D., Rozé,C., et Debray,Ch.:
La continence anale. Press. Med. 79, 447 (1971)

24. Haberkorn,S., Chrispin,A., and Nixon,H.H.:
Assessment of fecal incontinence by manometric and radiological techniques. J. Ped. Surg. 1, 43 (1974)

25. Hagihara,P.F., Griffen,W.O.:
Physiology of the colon and rectum. Surg. Clin. N. Am. 52, 797 (1972)

26. Harris,L.D., Pope,Ch.E.:
"Squeeze" vs. resistance: an evaluation of the mechanism of sphincter competence. J. Clin. Invest. 43, 2272 (1964)

27. Harris,L.D., Winans,Ch.S., Pope,Ch.E.:
Determination of yield pressure: a method for measuring anal sphincter competence. Gastroenterology 50, 754 (1966)

28. Hecker,W.Ch., Holschneider,A., Fendel,H., Schauer,A., Meister,P., Beige,H.:
Die chronische Obstipation beim Kind infolge Analsphinkterachalasie. Dtsch. med. Wschr. 98, 2334 (1973)

29. Hightower,N.C.:
Comparison of intraluminal pressures and motility patterns in the gastrointestinal tract of human beings when recorded by balloon and direct (electrical transducer) pressure systems. Fed. Proc. 11, (1952)

30. Hill,J.R., Kelly,M.L., Schlegel,J.F., Code,C.F.:
Pressure profile of the rectum and anus of healthy persons. Dis. Colon Rect. 3, 203 (1960)

31. Holschneider,A.M., Hecker,W.Ch., Fendel,H.:
Chronische Obstipation im Kindesalter unter besonderer Berücksichtigung der Analsphinkterachalasie. Pädiat. Prax. 13, 595 (1973)

32. Holschneider,A.M.:
Differentialdiagnose und chirurgische Therapie der chronischen Obstipation im Kindesalter. Klin. Pädiat. 186, 208 (1974)

33. Holschneider,A.M., Fendel,H.:
Vergleichende röntgenologische und elektromanometrische Untersuchungen der chronischen Obstipation. Z. f. Kinderchir. 13, 1 (1974)

34. Holschneider,A.M.:
Moderne Funktionsdiagnostik anorektaler Erkrankungen im Kindesalter, unter besonderer Berücksichtigung der Elektromanometrie. Münch. med. Wschr. 116, 22 (1974)

35. Holschneider,A.M., Metzler, E.M.:
Manometrische Studien zur anorektalen Kontinenz im Kindesalter. Bruns Beitr. klin. Chir. 14, 221 (1974)

36. Holschneider,A.M., Lahoda,F.:
Elektromyographische und elektromanometrische Untersuchungen zur Gracilis-Plastik nach Pickrell. Z. f. Kinderchir. 14, 288 (1974)

37. Holschneider,A.M., Metzler,E.M.:
Elektromamometrische Untersuchungen der Kontinenzleistung nach rekto-analen Fehlbildungen. Z. f. Kinderchir. 13, 405 (1974)

38. Howard,E.R., Nixon,H.H.:
Internal anal sphincter. Arch. Dis. Childh. 43, 569 (1968)

39. Howard,E.R.:
Ano-rectal pressure studies and their clinical application. In: Andrew Wood Wilkinson (ed): Recent advances of Pediatric Surgery. J.A. Churchill Ltd., London (1969)

40. Ihre,T.:
Studies on anal function in continent and incontinent patients. Scand. J. Gastroenterol. (Suppl.) 1 - 64 (1974)

41. Kerremans, R.:
Morphological and physiological aspects of anal continence and defaecation. Arscia Uitgaven N.V. Brüssel (1969)

42. Kantor,J.L.:
Common anomalies of duodenum and colon, their practical significance. J.A.M.A. 97, 1785 (1931)

43. Lawson,J.O.N., Nixon,H.H.:
Anal canal pressures in the diagnosis of Hirschsprung's disease. J. Ped. Surg. 2, 544 (1967)

44. Lawson,J.O.N.:
Observations on "Residual Segment Obstruction" in treated Hirschsprung's disease. Progress in Pediatric Surgery 3, 129 (1972)

45. Leiber-Olbrich:
5. Auflage, 81 (1972) Urban & Schwarzenberg, Berlin, München, Wien

46. Lorber, S.M., Shay, H.:
Technical and physiological considerations in measuring gastrointestinal pressures in man. Gastroenterology 27, 478 (1954)

47. Misiewicz, J.J.:
Measurement of intraluminal pressures. Am. J. Digest. Dis. 13, 369 (1968)

48. Misiewicz, J.J., Waller, S.L., Healy, M.J.R., Piper, D.W.:
Computer analysis of intraluminal pressure records. Gut 9 232 (1968)

49. Missan, S., Bar-Maor, J.A.:
Further experience in the diagnosis and surgical treatment of short-segment Hirschsprung's disease and idiopathic megacolon. J. Ped. Surg. 6, 738 (1971)

50. Metrozzi, C., Schcolnik, J., Venetto, L.M.:
Clinical study of anorectal function in normal and pathologic conditions. Am. J. Proctol. 2, 35 (1972)

51. Phillips, S.F., Edwards, D.A.W.:
Some aspects of anal continence and defaecation. Gut 6, 396 (1965)

52. Quigley, J.P., Brody, D.A.:
A physiological and clinical consideration of the pressure develloped in the digestive tract. Am. J. Med. 13, 73 (1952)

53. Ritchie, J.A., Ardran, G.M., and Truelove, S.C.:
Motor activity of the sigmoid colon of humans. Gastroenterology 43, 642 (1962)

54. Schapiro, S.:
Aplied anatomy of infants and children in proctology. Rev. Gastroenterol. 15, 307 (1948)

55. Schärli, A.F., Kiesewetter, W.B.:
Imperforate anus: anorectosigmoid pressure studies as a quantitative evaluation of postoperative continence. J. Ped. Surg. 4, 694 (1969)

56. Schärli, A.F., Kiesewetter, W.B.:
Imperforate anus: Some new concepts in continence and defaecation. Dis. Colon Rect. 13, 81 (1970)

57. Schärli, A.F.:
Anorektale Anomalien. Hans Huber-Verlag, Bern (1972)

58. Schnaufer, L., Talbert, J.L., Haller, J.A., Tobon, F., Schuster, M.M.:
Differential sphincteric studies in the diagnosis of anorectal disorders of childhood. J. Ped. Surg. 2, 538 (1967)

59. Schuster, M.M., Hendrix, R.T., Mendeloff, A.I.:
The internal anal sphincter response: manometric studies on its normal physiology, neural pathways, and alteration in bowel disorders. J. Clin. Invest. 42, 196 (1963)

60. Schuster, M.M., Hookman, P., Hendrix, R.T., and Mendeloff, A.I.:
Simultaneous manometric recording of internal and external anal sphincter reflexes. Bull. Johns Hopkins Hosp. 79, 79 (1965)

61. Schuster, . .:
Motor action of rectum and anal sphincters in continence and defaecation. In: Handbook of Physiology, Vol. 6, 221 (1968), Amer. Physiol. Soc.

62. Stelzner,F.:
Kontinenz, Superkontinenz und Inkontinenz im Anorektalbereich. Dtsch. med. Wschr. 90, 2275 (1965)

63. Stelzner,F., Baumgarten,H.G., Holstein,A.F.:
Die Bedeutung des Spincter ani internus für die Kontinenz und Superkontinenz. Langenbecks Arch. Chir. 336, 35 (1974)

64. Stephens, F.D.:
Malformations of the anus. Aust. New Zeal. J. Surg. 23, 9 (1953)

65. Suzuki,H., Watanabe,K., Kasai,M.:
Manometric and cineradiographic studies on anorectal motility in Hirschsprung's disease before and after surgical operation. Tohoku J. Exp. Med. 102, 69 (1970)

66. Suzuki,T., White,F.C., El Shafie,T., Shaker,J., Haller,J.A., Schnaufer,L.:
Non-operative diagnosis of Hirschsprung's disease in neonates. Pediatrics 51, 183 (1973)

67. Swenson,O., Sherman,J.O.,and Fisher, J.H.:
Diagnosis of congenital megacolon: an analysis of 501 patients. J. Ped. Surg. 8, 587 (1973)

68. Tagart, R.E.S.:
The anal canal and rectum: their varying relationship and its effect on anal continence. Dis. Colon Rect. 9, 449 (1966)

69. Taylor,I., Duthie,H.L., and Zachary,R.B.:
Anal continence following surgery for imperforate anus. J. Ped. Surg. 8, 497 (1973)

70. Tobon,F., Schuster,M.M.:
Megacolon: special diagnostic and therapeutic features. Johns Hopkins Med. J. 135, 91 (1974)

71. Ustach,T.J., Tobon,F., Schuster, M.M.:
Simplified method for diagnosis of Hirschsprung's disease. Gut 13, (1972)

72. Varma,K.K., Stephens,F.D.:
Neuromuscular reflexes of rectal continence. Aust. N. Z. J. Surg. 41, 263 (1972)

73. Varma,K.K.:
The role of the voluntary anal sphincter in the maintenance of fecal continence in normal and abnormal states. Aust. N. Z. J. Surg. 42, 52 (1972)

74. Varma,K.K., Stephens,F.D.:
Neuromuscular reflexes in Hirschsprung's disease. Aust. N. Z. J. Surg. 42, 307 (1973)

75. Verder,H., Johansen,K.S., Engbaek,K.:
Anal tonometry. Acta Paediat. Scand. 62, 59 (1973)

76. White,J.J., Suzuki,H., El Shafie,M., Kumar,M., Haller,J.A., Schnaufer,L.:
A physiologic rationale for the management of neurologic rectal incontinence in children. Paediatrics 49, 888 (1972)

77. White,J.J., Suzuki,H., El Shafie,M., Kumar,M., Haller,J.A., Schnaufer,L.:
Physiologic responses of the anorectal sphincters in children with incontinence and constipation problems. The American Surgeon 39, 95 (1973)

78. Willital,G.H.:
Habilitationsarbeit

79. Willital,G.H., Groitl,H., Zeiser,E., Riedl,A.:
Fortschritte in der Diagnostik funktioneller Störungen des Enddarms bei Kindern - chirurgische Konsequenzen. Mschr. Kinderheilk. 125, 2 - 7 (1977)

VII. LEBENSLAUF

Am 11.9.1951 wurde ich als erstes Kind des kaufmännischen Angestellten Veit Zeiser und seiner Ehefrau Maria, geb. Uhl, in Nürnberg geboren.

Vom September 1957 an besuchte ich die Volksschule in Veitshöchheim, Landkreis Würzburg, von der ich 1963 auf das Städt. Schönborn - Gymnasium Würzburg übertrat. Dort bestand ich im Juni 1970 auch das Abitur.

Seit dem Oktober 1970 war ich an der Friedrich - Alexander Universität Erlangen - Nürnberg für das Studienfach Humanmedizin immatrikuliert. Am 4. August 1976 beendete ich dort mein Studium mit dem Medizinischen Staatsexamen.

Offsetdruck-Fotodruck
J. Hogl, 8520 Erlangen, Hauptstr. 109 (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990